

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG · Glockenplatz 1 · 34388 Trendelburg

greenfield Logistikpark Voerde GmbH
Johannstraße 37

40476 Düsseldorf

Projektnummer: 221311-1

Ansprechpartner: Marcus Kimm

Datum: 16.01.2023

Telefon: 0 56 71 – 77 97 0

Fax: 0 56 71 – 77 97 10

eMail: info@bbu-schubert.de

www.bbu-schubert.de

INGENIEURGEOLOGISCHES GUTACHTEN

Voerde, Weseler Straße / Schleusenstraße - Neubau Logistikpark ca. 49.145 m²

Hier: Orientierende geologische Voruntersuchung nach DIN 4020 mit ingenieurgeologischer Baugrundbeurteilung sowie gründungs- und erdbautechnischen Empfehlungen

Bauvorhaben: Neubau Logistikpark ca. 49.145 m²
Weseler Straße / Schleusenstraße
46562 Voerde

Bauherr: greenfield Logistikpark Voerde GmbH
Johannstraße 37
40476 Düsseldorf

Auftraggeber: wie vor

Planentwurf: wie vor

Tragwerksplanung: -----

Nachfolgend wird das Ingenieurgeologische Gutachten mit den Seiten 2 bis 78 und den Anlagen 1 bis 9 vorgelegt.



Inhaltsverzeichnis:

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Bauvorhaben und Auftrag | 3 |
| 2 | Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen | 5 |
| 3 | Lage und örtliche Situation | 7 |
| 4 | Baugrundverhältnisse | 10 |
| 4.1 | Geologische und hydrologische Übersicht, Erkundungsprogramm | 10 |
| 4.2 | Kampfmittelfreiheit | 11 |
| 4.3 | Erkundeter Bodenaufbau | 13 |
| 4.4 | Erkundete Bodenwasserverhältnisse | 16 |
| 4.5 | Labortechnische Untersuchungen | 17 |
| 4.6 | Dynamische Widerstandsmessungen | 20 |
| 4.7 | Charakteristische Bodenkennwerte | 24 |
| 4.8 | Bautechnische Einteilung | 25 |
| 4.9 | Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit | 26 |
| 4.10 | Schutz gegen Substanzzerstörungen | 28 |
| 4.11 | Erdbebensicherheit | 28 |
| 4.12 | Bauchemische Bodenanalyse | 28 |
| 5 | Ingenieurgeologische Beratung | 30 |
| 5.1 | Planungsvorgaben; Annahmen | 30 |
| 5.2 | Geotechnische Rahmenbedingungen | 32 |
| 5.3 | Baustellenerschließung | 36 |
| 5.4 | Erdarbeiten; Anlegen des Planums | 37 |
| 5.5 | Gründungskonzept Fundamente | 46 |
| 5.6 | Gründung Fußboden | 54 |
| 5.7 | Gründung Verkehrsflächen | 58 |
| 5.8 | Feuerwehrumfahrungen und Aufstellplätze für Löscheinsätze | 64 |
| 5.9 | Gründung Kanäle | 65 |
| 5.9 | Qualitätssicherungsmanagement | 71 |
| 5.10 | Ionisierende Strahlung (Schleich- und Radongas) | 74 |
| 6 | Analyseergebnis Umweltuntersuchung | 75 |
| 7 | Schlussbemerkungen | 78 |

1 Bauvorhaben und Auftrag

Die **greenfield Logistikpark Voerde GmbH, Düsseldorf**, beabsichtigt den Neubau eines Logistikparks mit einer Fläche von ca. 49.145 m² innerhalb eines Gewerbegebietes in Voerde (Niederrhein).

Die nachstehende Abbildung zeigt in einer Übersicht die Lage des Baustandortes.

Abbildung 1: Lage des Baustandortes (rote Kennzeichnung)



Quelle: Garmin BaseCamp

Bei der Baumaßnahme handelt es sich im Wesentlichen um:

➤ Hochbau

- Hallengebäude, bestehend aus den Hallenbereichen Halle 1 bis 5 mit integriertem Einbau von Büro- und Sozialräumen (2 - geschossig) sowie Mezzanine
- Bürogebäude als Anbau an die Halle 1, 4 - geschossig

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- LKW - Rampentore
- HAS, Sprinklerzentrale und Sprinklertank

Eine Unterkellerung wird nicht vorgesehen.

➤ **Verkehrsflächen**

- Ein- und Ausfahrt, Fahrflächen
- PKW- Stellplätze
- LKW - Hoffläche und LKW - Stellplätze
- Freilager
- Feuerwehrumfahrt

➤ **Versickerungsbecken**

Dem Bericht ist in der **Anlage 1** ein Lageplan mit Darstellung der Grundstücksfläche und des Gesamtbauvorhabens beigelegt.

Für die weitere Planung und Ausführung der Baumaßnahme wird die Erkundung der geotechnischen Rahmenbedingungen erforderlich. Zu diesem Zweck hat der Bauherr die BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG mit der Durchführung einer **orientierenden ingenieurgeologischen Voruntersuchung** beauftragt. In Erweiterung der Auftragsvorgabe sollte eine umwelttechnische Erstbewertung hinsichtlich eines möglichen Schadstoffinventars durchgeführt werden.

Das Ergebnis der örtlichen Untersuchungen und häuslichen Auswertungen wird in dem nachfolgenden **Ingenieurgeologischen Gutachten** dargestellt, ausgewertet und bekannt gegeben.

Das vorliegende Gutachten beschreibt die Baugrunderkundung, -untersuchung und -bewertung der geologischen Voruntersuchung nach DIN 4020 und entbehrt zur Realisierung von erd- und grundbautechnischen Arbeiten nicht die geologische Hauptuntersuchung nach DIN 4020. Die schriftliche Ausarbeitung gilt nur nach Verifizierung und vorbehaltlich einer ausreichenden Fachbauleitung bzw. geotechnischen Baustellenbegleitung durch das Unterzeichnerbüro.

Anmerkung:

Der örtlich begrenzte Untersuchungsumfang kann Änderungen der außerhalb des Untersuchungsgebietes anstehenden Baugrundverhältnisse, die Einfluss auf die geotechnischen Rahmenbedingungen sowie die erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten haben können, naturgemäß nicht ausschließen.



2 Grundlagen, Bearbeitungsunterlagen

Als Grundlage zur Bearbeitung wurden die einschlägigen Normen, Regelwerke und sonstigen Bauvorschriften sowie das zugehörige Fachschrifttum herangezogen, unter anderem:

- **DIN 4020**
"Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke"
- **DIN EN ISO 22 475**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung (ersetzt DIN 4021)"
- **DIN EN ISO 14 688-1, 2**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Böden (ersetzt DIN 4022 und DIN 4023)"
- **DIN EN ISO 22 476**
"Geotechnische Erkundung und Untersuchung, Teil 2: Rammsondierungen (ersetzt DIN 4094)"
- **DIN 1997 - 1 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1997 - 2 (Eurocode EC - 7)**
"Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes" und nationales Anwendungsdokument (NAD)
- **DIN 1054**
"Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau"
- **VOB**
"Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen"
- **DIN 4124**
"Baugruben und Gräben; Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau"
- **DIN 18300**
"Erdarbeiten"
- **DIN 18305**
"Wasserhaltungsarbeiten"
- **DIN 18533**
"Abdichtung von erdberührten Bauteilen"
- **DIN 4095**
"Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung"
- **DIN 18195, T.1**
"Bauwerksabdichtungen; Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten"

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- **DIN 18195, T.4 + T.5**
*"Bauwerksabdichtungen; Abdichten gegen Bodenfeuchtigkeit; Bemessung und Ausführung" +
"Bauwerksabdichtungen; Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser; Bemessung und Ausführung"*
- **ZTVE - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau"
- **ZTV - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **DIN 18315**
"Verkehrswegebauarbeiten - Oberbauschichten ohne Bindemittel"
- **TV - Asphalt - StB**
"Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Asphaltarbeiten im Straßenbau"
- **TL - Gestein - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau"
- **Prinz, Helmut**
"Abriss der Ingenieurgeologie - 4. Auflage, München, 2006"
- **Grundbau - Taschenbuch**
"Teil 1 bis 3 - 7. Auflage, Berlin, 2009"
- **ZTV E - StB**
"Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau".
- **Floss, Rudolf**
"ZTVE Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau - 3. Auflage, Bonn, 2006"
- **RStO**
"Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen"
- **ZTV V - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL - Gestein - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau"
- **ZTV Beton - StB** - Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- **TL Beton - StB** - Lieferung der Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



- **TL Beton - StB** - Prüfung der Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton
- **ZTV Pflaster - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen"
- **TL Pflaster - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen"

Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung stand dem Unterzeichnerbüro folgende Unterlagen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- **Plan Entwurf**, Maßstab 1:2000 vom 28.10.2022, greenfield development
- **Kampfmittelräumung**, Bericht und Plan per Email erhalten am 13.07.2021
- **Lageplan Verdacht Bodenbelastung**, per Email erhalten am 24.10.2022

Im Rahmen einer ersten Einschätzung wurden zur Erkundung der anstehenden Böden und zur Beurteilung der Durchlässigkeiten des anstehenden Untergrundes sowie zur Analytik möglicher Umweltbelastungen Voruntersuchungen vorgenommen und das Ergebnis bekanntgegeben in:

- **Stellungnahme st221311-1** vom 08.09.2022, BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

3 Lage und örtliche Situation

Das zur Bebauung vorgesehene Grundstück befindet sich zwischen den bestehenden Gewerbegebieten "Hafen Emmelsum" und dem "Industriepark Bösenstraße". Das Areal schließt im Osten an die Weseler Straße und im Norden an die Schleusenstraße an.

Die Baufläche ist aktuell gekennzeichnet durch landwirtschaftliche Felder, teils umrandet von bewaldeten Bereichen. Westlich befindet sich eine Industriefläche einer Aluminiumhütte.

Das Nordnordost - Südsüdwest - ausgerichtete und weitgestreckte sowie großflächig ausgedehnte Baufeld ist +/- eben mit Höhenkoten zwischen ca. 23,2 und 25,2 m ü. NHN.

Die nachstehenden Aufnahmen zeigen die Standortverhältnisse zum Zeitpunkt der Erkundungsdurchführung.

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Fotobeschreibung

- Foto 1:** Nördliches Baufeld, Blick in nördl. Richtung
Foto 2: Nördliches Baufeld, Blick in westl. Richtung
Foto 3: Südliches Baufeld, Blick in südwestliche Richtung
Foto 4: Übersicht, Blick südliche Richtung

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Fotobeschreibung

- Foto 5:** Versickerungsbereich Ost (RKS 25, RKS 26), Blick in nordöstliche Richtung
Foto 6: Versickerungsbereich Nordwest (RKS 23, RKS 24), Blick in nördliche Richtung
Foto 7: Versickerungsbereich Süd (RKS 29), Blick in westliche Richtung
Foto 8: Südliches Baufeld, oberflächliche Wasseransammlungen
Foto 9: Nördliche Parkplätze, Bereich RKS 28
Foto 10: Nördliche Parkplätze, Bereich RKS 27, Blick in nordöstliche Richtung

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Fotobeschreibung

Foto 11: Südliche Baufläche (Ergänzungsfläche), Bereich DPH 20 bis DPH 22, Blick in nördliche Richtung

Foto 11



4 Baugrundverhältnisse

4.1 Geologische und hydrologische Übersicht, Erkundungsprogramm

Die generellen, oberflächennahen geologischen Verhältnisse in der Umgebung des Bauprojekts werden nach Auswertung der vorliegenden Archivunterlagen im Wesentlichen von **eiszeitlichen** (Pleistozän), vom Inlandeis abgelagerten **Sedimenten** geprägt. Es handelt sich dabei um quartäre Terrassensedimente und Hochflutlehme. Die Terrassensedimente bestehen überwiegend aus Sanden mit untergeordnet Kiesanteilen sowie feinen Schluff- / und Tonbändern. Ab ca. 10 – 15 m Tiefe folgen tertiäre Sedimente.

Als Vorfluter fungiert der westlich fließende *Rhein*. Nördlich verläuft der *Wesel - Datteln - Kanal*.

Die pleistozänen Niederterrassenablagerungen bilden regional einen Porengrundwasserleiter mit sehr guter Durchlässigkeit, der nach unten durch feinkörnige Sedimente des Tertiärs begrenzt wird.

Nach behördlichen Angaben liegt der Grundwasserstand im Projektgebiet bei ca. 8,0 bis 9,0 m unter Geländeoberkante (GOK). Der Bemessungswasserstand sollte bei den zuständigen Behörden ergänzend angefragt werden.

Generell ist zu berücksichtigen, dass die Intensität des Bodenwasserhaushaltes je nach den klimatischen Verhältnissen veränderlich sein kann. Anreicherung erhält das Bodenwasseraufkommen aus Richtung des umliegenden Niederschlagseinzugsgebietes.



Zur Erzielung eines **orientierenden** Überblickes über die tatsächlichen Baugrundverhältnisse im Standortbereich des Bauvorhabens und als Grundlage für die **Vorbeurteilung** der erdbau- und gründungstechnischen Arbeiten wurden auftragsgemäß ausgeführt:

am 23. und 24.08. sowie vom 29.11. bis 02.12.2022

28 Rammkernsondierungen Ø36 - 50 mm)

(Kurzbezeichnung: **RKS 1a bis RKS 19** und **RKS 23 bis RKS 29**)

nach DIN 4020 bzw. DIN EN ISO 14688,

18 dynamische (schwere) Rammsondierungen DPH

(Kurzbezeichnung: **DPH bei RKS 5 bis DPH bei RKS 19** und **DPH 20 bis DPH 22**)

nach DIN EN ISO 22476-T.2 und

8 inSitu - Versickerungsversuche

(bei **RKS 1 bis RKS 4**, bei **RKS 24 bis RKS 26** und bei **RKS 29**)

gemäß Engineering Geology Field Manual.

In den Erkundungsstellen, die hinsichtlich ihrer Lage in dem Lageplan der **Anlage 1** einkartiert sind, wurden Bodenschichten benannt sowie Schichtgrenzen eingemessen und die Grundwasser- / Bodenfeuchtesituation aufgenommen.

Die Rammsondierungen dienen der quantitativen Bewertung der natürlichen Lagerungsdichte der Böden.

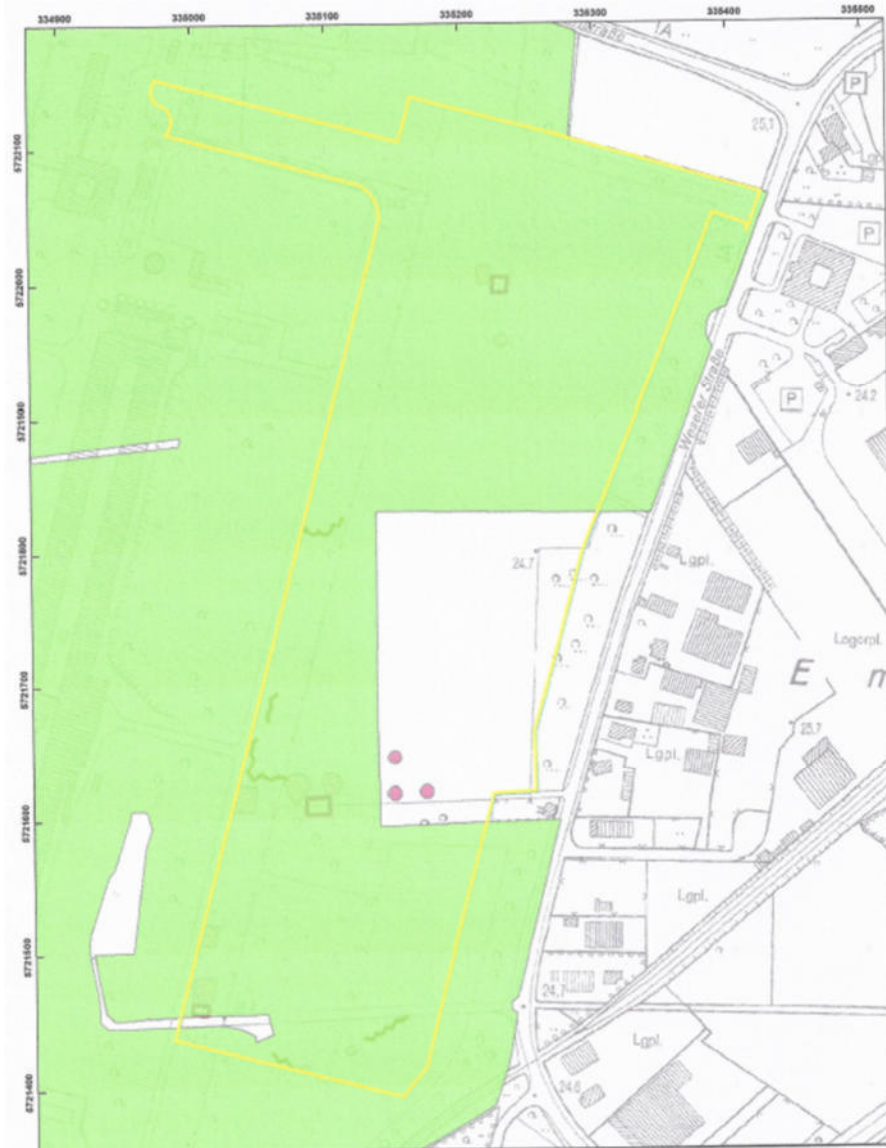
Die höhenmäßige Einmessung der Erkundungsansatzstellen wurde auf **m ü. NHN** bezogen.

4.2 Kampfmittelfreiheit

Gemäß der Stellungnahme zur Luftbilddauswertung des KBD zu Ansiedlungsvorhaben Weseler Straße der Bezirksregierung Düsseldorf (Amt 32.1 / Di - Ordnungsamt - Aktenzeichen 22.5-3-5170044-115/14 vom 10. April 2014) haben im betreffenden Bereich offensichtlich Kampfhandlungen stattgefunden. Ausgeführt wurde, dass der beplante Bereich im Wesentlichen geräumt sei. Im nicht geräumten Bereich soll ein konkreter Verdacht auf Kampfmittel bzw. Militäreinrichtungen des zweiten Weltkrieges existieren. Daraufhin wurde empfohlen, eine Überprüfung der konkreten Verdachte sowie der zu überbauenden Flächen auf Kampfmittel vorzunehmen, sofern diese nicht vollständig innerhalb der geräumten Fläche liegt.

Nachstehende Abbildung zeigt einen Lageplan, der der Stellungnahme angehängt ist.

Abbildung 2: Lageplan "Kampfmittelräumung"



Legende

- | | | | |
|---|---------------------------|---|---------------------|
|  | aktuelle Antragsfläche |  | Laufgraben |
|  | Antragsfläche |  | Panzergraben |
|  | Blindgängerverdachtspunkt |  | Schützenloch |
|  | geräumte Blindgänger |  | militärische Anlage |
|  | geräumte Fläche |  | Stellung |
|  | Detektion nicht möglich | | |

Quelle: Bezirksregierung Düsseldorf

4.3 Erkundeter Bodenaufbau

Das im Verlauf der Erkundungsarbeiten angetroffene Bodenprofil wurde ingenieurgeologisch detailliert aufgenommen. Nachfolgend werden eine Zusammenfassung der Profilaufnahmen beschrieben und einige typische Bodenprofile abgebildet.

Abbildung 3: Lage der Erkundungsstellen (RKS)



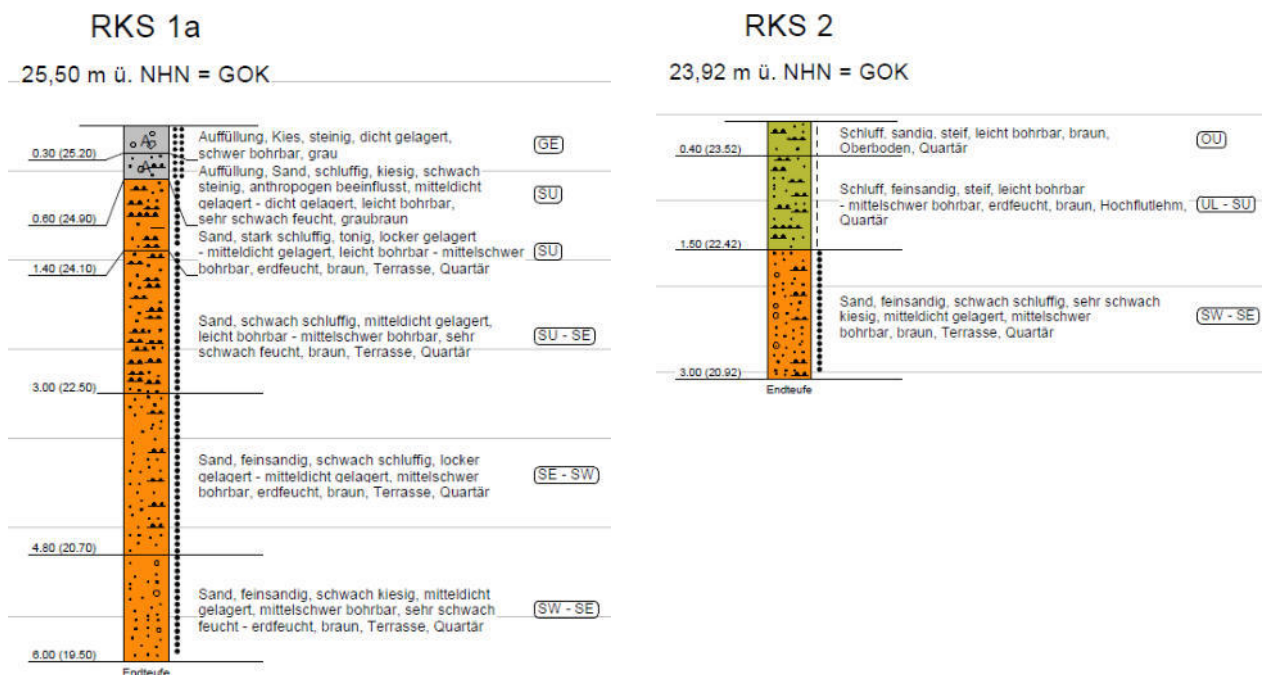
Der anstehende Bodenaufbau entspricht den Erwartungen basierend auf den Kenntnissen der generellen regionaltypischen Schichtenverhältnisse.

Danach treten pleistozäne, quartäre Terrassensedimente in Erscheinung. Aufgeschlossen wurden diese zuoberst als bindemittelreiche (schluffige) Sande, die nach wenigen Dezimetern in bindemittelfreie Grobkornsedimente wechseln. Untergeordnet finden sich Einschaltungen an Kiesen.

Oberhalb der Terrassensedimente sind geländeanliegend bzw. innerhalb der geländenahen Untergrundzone Oberböden aus humosen Sanden und Schluffen, kiesige oder sandige Auffüllungen oder Schluffe als Hochflutlehme anzutreffen. Vereinzelt kommen Schluffe als Zwischenschichten vor.

Nachfolgend werden zur besseren Übersicht eine Auswahl von aufgenommenen Bodenprofilen dargestellt. Deren Ansatzstellen sind in der o.s. Abbildung 3 einkartiert.

Abbildungen 4a bis 4f: Profilbalkendarstellung einiger Erkundungsstellen



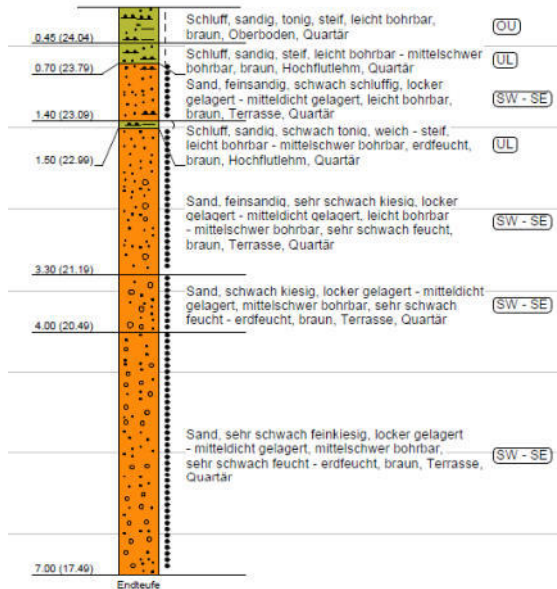
BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



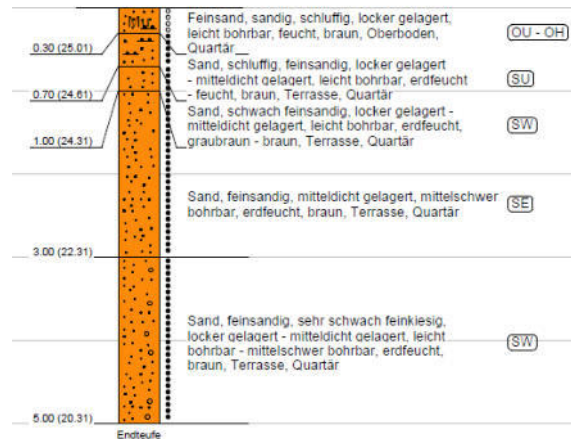
RKS 4a

24,49 m ü. NHN = GOK



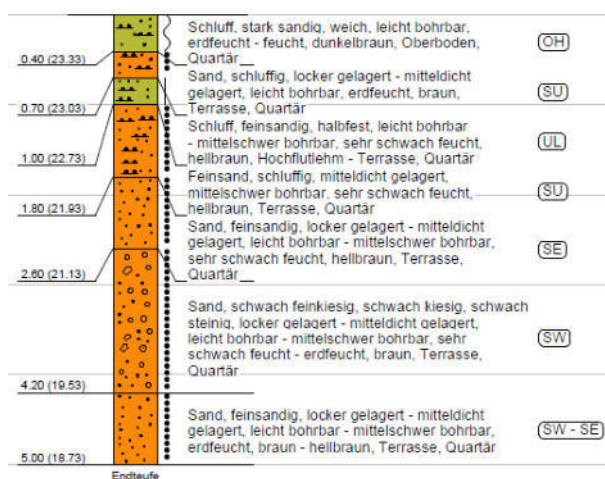
RKS 8

25,31 m ü. NHN = GOK



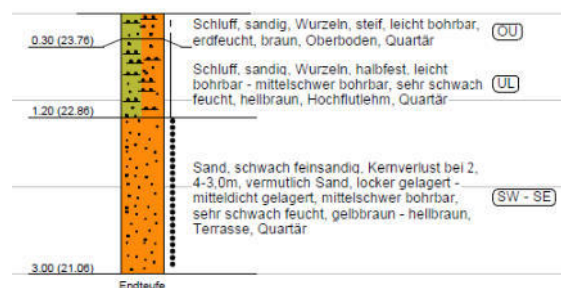
RKS 17

23,73 m ü. NHN = GOK



RKS 28

24,06 m ü. NHN = GOK





Zusammenfassend kann der erkundete Untergrund eingeteilt werden:

| | | |
|----------------------|----------------------------|---|
| Schicht S 1a: | Quartär, Holozän | Oberboden |
| Schicht S 1b: | Auffüllung | anthropogen |
| Schicht S 2: | Quartär, Pleistozän | Hochflutlehm, Schluff , teils stärker sandige Bereiche - weich bis halbfest |
| Schicht S 3: | Quartär, Pleistozän | Terrassensedimente , oben stärker bindig - unten bindemittelfrei - weich bis steif oder locker bis mitteldicht |

Die **Anlagen 2.1 bis 2.28** zeigen in separaten Darstellungen die kompletten Bodenprofile.

4.4 Erkundete Bodenwasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Erkundung wurden in den Bohr- und Sondieraufschlüssen kein zusammenhängendes und / oder lokal freies Grundwasser registriert.

Nach sensitiver Einschätzung waren die Bodenhorizonte am Erkundungstag "erdfeucht" oder "sehr schwach feucht" beansprucht. Lediglich der geländeanliegende Oberboden zeigte eine "feuchte" Beschaffenheit.

Es sollte grundsätzlich beachtet werden, dass die Verhältnisse lediglich eine aktuelle Situationserhebung während der Erkundungsdurchführung darstellen. Langzeitmessungen liegen nicht vor.

Der Bodenwasserhaushalt ist jahreszeitigen und niederschlagsabhängigen Wechseln unterlegen. Niederschlagsreiche Jahreszeiten können zu vermehrten Grundwasserneubildungen und zu einer deutlichen Anreicherung der Bodenfeuchte führen. Auch sind Stauwasserauftritte über Böden mit entsprechendem Rückhaltepotenzial möglich.

Langfristige Aussagen der bodenhydrologischen Situation können nur durch Herstellung von verrohrten Messpegeln bzw. -brunnen erfolgen.

Anmerkung: Behördlichen Angaben zufolge liegt der Grundwasserspiegel ca. 8 bis 9 m unter GOK. Der Bemessungswasserstand sollte bei den zuständigen Behörden ergänzend angefragt werden.

4.5 Labortechnische Untersuchungen

Neben den feldgeologischen Arbeiten sind im Labor an ausgewählten Bodenproben Sieb- sowie Sieb- und Schlämmanalysen nach DIN 18123 / DIN EN ISO 17982-4 durchgeführt und natürliche Wassergehalte nach DIN 18121 / DIN EN ISO 17892-1 bestimmt worden. Die Ergebnisse werden wie folgt zusammengestellt:

Sieb- bzw. Sieb- und Schlämmanalyse

Der Anteil der einzelnen Korngrößen wird in Prozent der Trockenmasse angegeben. Damit auch die kleineren Kornfraktionen berücksichtigt werden können, wird die Körnungslinie im einfach logarithmischen Maßstab (Abszisse) dargestellt. Die linear eingeteilte Ordinate spiegelt den Kornsummenwert (auch als Siebdurchgang bezeichnet) bei einem jeweiligen Grenzdurchmesser d wieder. Die Körnungslinie gibt Auskunft über die Bodenart sowie evtl. Beimengungen und erlaubt Schlüsse über Reibungswinkel, kapillare Steighöhe und Durchlässigkeit eines Bodens. Die Steigung der Körnungslinie gibt die Gleichförmigkeit bzw. Ungleichförmigkeit eines Bodens an und ermöglicht eine Beurteilung der Verdichtbarkeit nichtbindiger bis schwach bindiger Böden. Der zahlenmäßige Ausdruck dafür ist die Ungleichförmigkeitszahl. Aus der Körnungslinie können weiterhin die Kornziffer und die Krümmungszahl $C = d_{30}^2 / (d_{60} \cdot d_{10})$ bestimmt werden (d_{10} , d_{30} , d_{60} sind die Korngrößen in mm, bei denen die Summenkurve die 10%-, 30%- bzw. 60% - Linie schneidet).

Nach Trennung der Sieb- bzw. Sieb- und Schlämmenteile wurden folgende Gehalte in M.-% ermittelt:

| Zeile | Entnahme aus Bohrung | Entnahmetiefe m u. GOK | Ton M.-% | Schluff M.-% | Sand M.-% | Kies / Steine M.-% | d_{60} / d_{10} |
|-------|----------------------|---------------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | RKS 1 | 1,50 - 3,00 | --- | 7,7 | 89,5 | 2,8 | 3,6 |
| 2 | RKS 2 | 1,50 - 3,00 | --- | 2,4 | 93,4 | 4,1 | 2,6 |
| 3 | RKS 3 | 1,00 - 3,00 | --- | 1,4 | 98,0 | 0,6 | 2,5 |
| 4 | RKS 4 | 4,00 - 7,00 | --- | 2,2 | 88,6 | 9,2 | 2,9 |
| 5 | RKS 9 | 1,00 - 3,00 | --- | --- | 92,5 | 7,5 | 2,7 |
| 6 | RKS 13 | 3,00 - 5,00 | --- | --- | 91,7 | 8,3 | 2,7 |
| 7 | RKS 23 | 1,00 - 3,20 | --- | --- | 94,3 | 5,7 | 2,4 |
| 8 | RKS 24 | 2,00 - 3,00 | --- | --- | 97,6 | 2,4 | 2,4 |
| 9 | RKS 26 | 1,00 - 3,00 | 10,6 | 35,6 | 53,7 | 0,2 | --- |
| 10 | RKS 27 | 1,00 - 3,00 | --- | --- | 97,3 | 2,7 | 2,7 |
| 11 | RKS 28 | 1,2 - 3,00 | --- | 18,9 | 78,5 | 2,6 | --- |

Tabelle 1: Ergebnis Sieb- bzw. Sieb- und Schlämmanalysen

Das Ergebnis wird als Summenkurven in den **Anlage 3.1 bis 3.11** dargestellt.



Entsprechend den Massenkornanteilen werden die Laborproben nach bodenmechanischer Definition beschrieben zu:

- Zeile 1 → **Mittelsand, grobsandig, schwach schluffig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 2 → **Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 3 → **Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 4 → **Mittelsand, grobsandig, schwach feinsandig, schwach mittelkiesig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 5 → **Mittelsand, stark grobsandig, schwach kiesig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 6 → **Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinsandig, schwach feinkiesig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 7 → **Mittelsand, grobsandig, schwach kiesig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 8 → **Mittelsand, stark grobsandig, schwach feinsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 9 → **Sand, stark schluffig, schwach tonig** (weitgestuft)
- Zeile 10 → **Mittelsand, feinsandig, grobsandig** (enggestuft - sehr gleichförmig)
- Zeile 11 → **Mittelsand, schluffig, feinsandig, schwach grobsandig** (enggestuft)

Bewertung: Der überwiegende Teil der untersuchten Proben besitzt keine bis sehr geringe abschlämmbare (bindige) Anteile. Es handelt sich somit um nichtbindige, grobkörnige und vereinzelt um schwach bindige, gemischtkörnige Böden, die gemäß den Definitionen der DIN 18196 im Wesentlichen der Bodengruppe SE oder SU zuzuordnen sind.

Natürliche Wassergehalte

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgt durch Ofentrocknung. Der Wassergehalt wird durch Wiegen der Probe vor und nach dem Trocknen bei 105°C bestimmt. Das Trocknen wird so lange fortgesetzt, bis sich die Masse der Probe nicht mehr ändert. Die getrocknete Probe wird in einen Exsikkator gestellt und nach Abkühlen auf Raumtemperatur gewogen. Der Wassergehalt ist das Verhältnis der Masse des Wassers zur Masse des trockenen Bodens. Er dient als Hilfsgröße bei der Auswertung anderer bodenmechanischer Versuche wie z.B.:

- Bestimmung der Konsistenz
- Proctorversuch - Verdichtbarkeit
- Kontrolle der Verdichtung

Folgende natürliche Wassergehalte w_n wurden für die untersuchten Proben ermittelt:

| Entnahme aus Bohrung | Entnahmetiefe m u. GOK | Bodengruppe nach DIN 18196 | sensorische Einstufung der Konsistenz / Lagerung * | Wassergehalt w % |
|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| RKS 1 | 1,50 - 3,00 | SU - SE | mitteldicht | 5,58 |
| RKS 2 | 1,50 - 3,00 | SW - SE | mitteldicht | 2,06 |
| RKS 3 | 1,00 - 3,00 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 2,77 |
| RKS 4 | 1,00 - 3,00 | SW - SE / UL | locker bis mitteldicht / weich bis steif | 6,51 |
| RKS 4 | 4,00 - 7,00 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 3,93 |
| RKS 5 | 0,35 - 0,75 | SU | locker | 13,03 |
| RKS 6 | 0,65 - 1,30 | SU | mitteldicht | 10,88 |
| RKS 6 | 1,30 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 3,89 |
| RKS 7 | 3,80 - 5,00 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 3,99 |
| RKS 8 | 1,00 - 3,00 | SE | mitteldicht | 3,12 |
| RKS 9 | 1,00 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 3,10 |
| RKS 9 | 3,50 - 5,00 | SW | locker bis mitteldicht | 4,11 |
| RKS 11 | 0,04 - 0,65 | OH / SU | locker | 20,16 |
| RKS 11 | 1,00 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 4,53 |
| RKS 12 | 0,75 - 2,40 | SU | locker bis mitteldicht | 10,40 |
| RKS 13 | 0,40 - 0,80 | UL | weich bis steif | 20,60 |
| RKS 13 | 1,00 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 3,25 |
| RKS 13 | 3,00 - 5,00 | SW / SW - SE | locker bis mitteldicht | 3,85 |
| RKS 14 | 0,40 - 1,00 | SU | steif | 12,57 |
| RKS 14 | 3,60 - 3,80 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 3,14 |
| RKS 15 | 1,50 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 4,91 |
| RKS 17 | 0,40 - 0,70 | SU | locker bis mitteldicht | 15,34 |
| RKS 17 | 1,80 - 3,00 | SE / SW | locker bis mitteldicht | 6,02 |
| RKS 18 | 0,40 - 1,00 | SU / UL | weich bis steif / halbfest | 12,70 |
| RKS 18 | 3,00 - 5,00 | SW / SW - SE | locker bis mitteldicht | 4,50 |
| RKS 19 | 0,45 - 0,75 | UL | weich | 18,90 |
| RKS 19 | 3,00 - 5,00 | SW | locker bis mitteldicht | 5,86 |
| RKS 23 | 1,00 - 3,20 | SW | locker bis mitteldicht | 5,26 |
| RKS 24 | 0,45 - 1,00 | SU | steif bis halbfest | 17,69 |



| | | | | |
|---------------|-------------|---------------------------|------------------------|--------------|
| RKS 24 | 2,00 - 3,00 | SU / SW | locker bis mitteldicht | 3,70 |
| RKS 25 | 0,35 - 1,00 | UL | weich bis halbfest | 14,41 |
| RKS 25 | 1,40 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 5,87 |
| RKS 26 | 0,30 - 1,00 | SU / SU - UL | locker / mitteldicht | 10,87 |
| RKS 26 | 1,00 - 3,00 | SU - UL / SU / SW - SE | mitteldicht | 7,81 |
| RKS 27 | 0,40 - 1,00 | UL / SU | steif bis halbfest | 13,19 |
| RKS 27 | 1,00 - 3,00 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 4,16 |
| RKS 28 | 0,30 - 1,00 | UL | halbfest | 8,27 |
| RKS 28 | 1,20 - 3,00 | SW - SE | locker bis mitteldicht | 3,94 |
| RKS 29 | 2,00 - 3,00 | SW | locker bis mitteldicht | 4,91 |

Tabelle 3: Natürliche Wassergehalte

* = während der Erkundungsarbeiten

Nach dem Befund der Wassergehaltsbestimmung beschreiben die untersuchten Proben in Abhängigkeit ihres bodenarttypischen Wasserbindevermögens eine normale (erdfeuchte) Feuchtebeanspruchung.

4.6 Dynamische Widerstandsmessungen

Zur Bestimmung der dynamischen Eindringwiderstände und zur Bestätigung der sensitiven Bodenansprache wurden zusätzlich Rammsondierungen mit der dynamischen (schweren) Rammsonde (DPH) nach DIN EN ISO 22476-T2 ausgeführt.

Bei der Rammsondierung wird der Eindringwiderstand einer Sondierspitze genormten Durchmessers gemessen, die mit einer definierten Rammenergie (Fallhöhe und Fallgewicht) senkrecht in den Untergrund gerammt wird. Hierbei wird die Anzahl der Schläge des Fallgewichtes pro 10 cm Eindringung (N_{10}) mit vorgegebener Fallhöhe gezählt. Die Ergebnisse werden als Widerstandslinie in einer Stufengrafik dargestellt.

Die Auswertung der Rammsondierung erfolgt unter Beachtung der allgemeinen Grundsätze der DIN EN ISO 22476-T2 auf der Grundlage einer Gegenüberstellung von Schlagzahlbereichen und Lagerungsdichte bei grobkörnigen Böden und von Schlagzahlbereichen und Konsistenz bei feinkörnigen Böden.

Bei der Auswertung wird nach PRINZ / STRAUSS, (2017), Tabelle 4.8 berücksichtigt:

| Lagerungs- dichte | DPH N_{10} |
|----------------------|-----------------|
| locker | 1 - 4 |
| mitteldicht | 4 - 13 |
| dicht | 13 - 24 |
| sehr dicht | >24 |

Tabelle 3: Einteilung Lagerungsdichte nach Schlagzahlen der schweren Rammsonde

Hinweis: Die Definitionen stellen lediglich Tendenzen dar! Je nach Bodenart sind Abweichungen von diesem Schema einzukalkulieren! Eine exakte bodenartabhängige Definition kann nur durch schichtweise Einzelauswertung nach DIN EN ISO 22476 erfolgen.

Nachfolgend wird das Ergebnis der Prüfstellen wiedergegeben.

Abbildung 5: Lage der Prüfstellen (DPH)

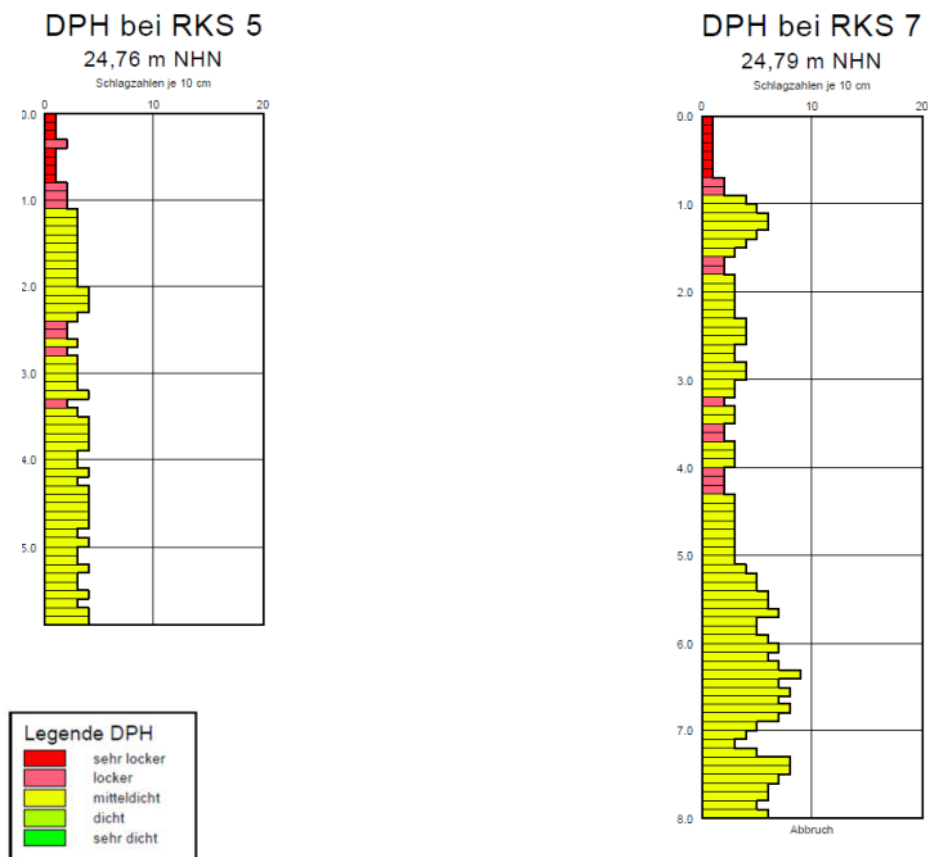


Interpretation des Prüfbefundes:

Nach Auswertung der protokollierten Eindringwiderstände ist eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung der Eigenschaften des anstehenden Bodenaufbaus erkennbar. Der geländenahe Untergrund aus Oberboden und Hochflutlehm sowie die teilweise an die Geländelinie heranreichenden Terrassensedimente sind im Wesentlichen gering steif. Hier liegen zunächst "lockere" Verhältnisse vor. Neben den plastischen Böden liegt der Bereich innerhalb der Frost- / Tau - Wechselzone. Darunter wird eine moderate Zunahme der Eindringwiderstände verzeichnet. Diese setzt sich von wenigen Ausnahmen abgesehen über den gesamten Verlauf der jeweiligen Prüfstrecke fort. Der durchdrungene Terrassensand verfügt nach Ableitung "mitteldichte" Lagerungsverhältnisse. Lokal werden diese von dünnmächtigen Schichtzonen mit "lockerer" Lagerung unterbrochen. Lediglich in der Prüfstelle DPH bei RKS 17 konnte ab Tiefe von 6,80 m unter GOK ein Übergang in "dichte" Lagerung festgestellt werden.

Nachfolgend werden zur besseren Übersicht eine Auswahl von Prüfstellen dargestellt. Deren Ansatzstellen sind in der o.s. Abbildung 5 einkartiert.

Abbildungen 6a bis 6f: Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen

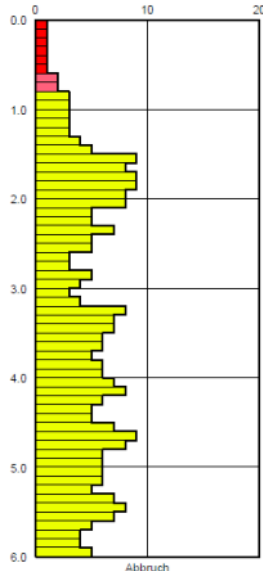




DPH bei RKS 11

23,84 m NHN

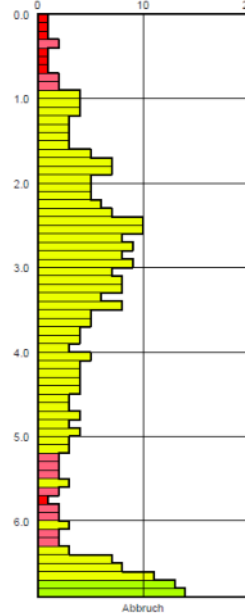
Schlagzahlen je 10 cm



DPH bei RKS 17

23,73 m NHN

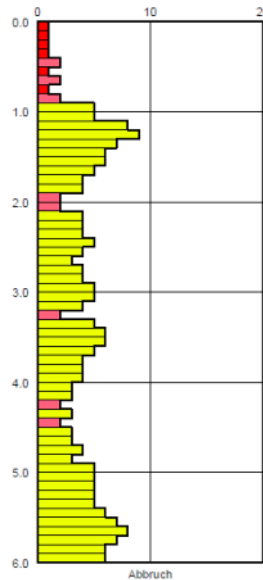
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 21

23,82 m NHN

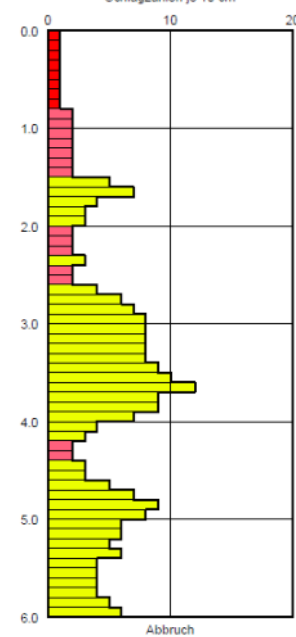
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 22

23,65 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Legende DPH | |
|-------------|-------------|
| | sehr locker |
| | locker |
| | mitteldicht |
| | dicht |
| | sehr dicht |

Die **Anlagen 4.1 bis 4.18** zeigen in separaten Darstellungen die protokollierten Widerstandslinien aller Prüfstellen.

4.7 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf der Grundlage der bodenkundlichen Prüfungen werden die bis zur maximalen Erkundungstiefe angetroffenen Bodenschichten hinsichtlich ihrer wahrscheinlichen Kennwerte abgeleitet und sind **Mittelwerte**. Die Tabellenwerte gelten für den natürlichen, d.h. ungestörten Zustand.

| Bodenschicht | Wichte γ / γ' kN / m ³ | Reibungs- winkel ϕ' Grad | Steife- modul E_s kN / m ² | Kohäsion c' / c_u kN / m ² |
|------------------------------------|---|--|--|---|
| Schluff, humos (Oberboden) | 17,5 / 7,5 | 17,0 | kein Lastboden | 0,0 / 10,0 |
| Feinsand / Sand, humos (Oberboden) | 17,0 / 7,0 | 25,0 | kein Lastboden | 0,0 / 5,0 |
| Kies (Auffüllung) | 18,5 / 8,5 | 37,5 | 60.000 | 0,0 / 0,0 |
| Sand (Auffüllung) | 18,0 / 8,0 | 32,5 | 40.000 | 0,0 / 0,0 |
| Schluff (Hochflutlehm) | 19,5 / 9,5 | 25,0 | 5.000 | 2,0 / 15,0 |
| Sand (Terrassensedimente) | 20,0 / 10,0 | 32,5 | 15.000 - 30.000 | 0,0 / 0,0 |

Tabelle 4: Zusammenstellung charakteristische Bodenkennwerte

4.8 Bautechnische Einteilung

Nach den örtlichen Feststellungen ist der angrenzende Untergrund bis zur maximalen Erkundungstiefe für bautechnische Zwecke wie folgt einzuordnen:

| Bodenschicht | Boden- gruppe | Klassifikation | Boden- klasse | Homogen- bereich *) | Frost- empfindlichkeit |
|---|--|--|---|------------------------|---------------------------|
| | DIN 18196 | DIN 18196 | DIN 18300 | "Erdarbeiten" | ZTVE - StB |
| Schluff, humos (Oberboden) | OU, OU - OH | organogene Böden | 1 | A | F 2 |
| Feinsand / Sand, humos (Oberboden) | OH - OU, OU - OH | organogene Böden | 1 | A | F 2 |
| Kies (Auffüllung) | GE | nichtbindige, grobkörnige Böden | 3 | B | F 1 |
| Sand (Auffüllung) | SU | schwach bindige, gemischtkörnige Böden | 3 | B | F 2 |
| Schluff (Hochflutlehm) | UL, UL - SU | bindige, feinkörnige und schwach bindige, gemischtkörnige Böden | 4 - bei Überhöhter Feuchteinwirkung BKL 2 möglich | C | F 3 |
| Sand (Terrassensedimente) | SU, SW, SU - SE, SE - SW, SW - SE | schwach bindige, gemischtkörnige und nichtbindige, grobkörnige Böden | 3 | B | F 1 + F 2 |

Tabelle 5: Bautechnische Einteilung

*) Vorschlag - ohne VOB - rechtswirksamen Charakter

Erläuterungen zu den Einteilungen

➤ **Bodengruppen (DIN 18196)**

- **GE:** enggestufte Kiese **GW** weitgestufte Kies - Sand - Gemische **GI:** intermittierend gestufte Kies - Sand - Gemische
- **SE:** enggestufte Sande **SW** weitgestufte Sand - Kies - Gemische **SI:** intermittierend gestufte Sand - Kies - Gemische
- **GU bzw. GU*:** Kies - Schluff - Gemische **GT bzw. GT*:** Kies - Ton - Gemische
- **SU bzw. SU*:** Sand - Schluff - Gemische **ST bzw. ST*:** Sand - Ton - Gemische
- **UL:** leicht plastische Schluffe **UM:** mittelplastische Schluffe **UA:** ausgeprägt plastische Schluffe
- **TL:** leicht plastische Tone **TM:** mittelplastische Tone **TA:** ausgeprägt plastische Tone
- **OU:** Schluffe mit organischen Beimengungen **OT:** Tone mit organischen Beimengungen
- **OH:** grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art **HN:** nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)
- **HZ:** zersetzte Torfe **A:** Auffüllungen

➤



➤ **Bodenklassen (DIN 18300 und VOB "Erdarbeiten"):**

- **Bodenklasse 1:** Oberboden (Mutterboden) - oberste Bodenschicht, die neben anorganischen Stoffen auch Humus und Bodenlebewesen enthält.
- **Bodenklasse 2:** Fließende Bodenarten - von flüssiger bis zähflüssiger Beschaffenheit, die das Wasser schwer abgeben.
- **Bodenklasse 3:** Leicht lösbare Bodenarten - nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese, und Sand - Kies - Gemische mit bis zu 15 Gewichtsprozent Beimengungen an Schluff und Ton und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Korngröße und bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Organische Bodenarten mit besserer als breiiger Konsistenz sowie Torfe.
- **Bodenklasse 4:** Mittelschwer lösbare Bodenarten - Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-%, sowie bindige von leichter bis mittlerer Plastizität und höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 5:** Schwer lösbare Bodenarten - Bodenarten nach den Bodenklassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt. Ebenso nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.
- **Bodenklasse 6:** Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte bindige und nicht bindige Bodenarten, wie sie z.B. durch Austrocknen, Gefrieren oder chemischen Bindungen hervorgerufen werden; nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.
- **Bodenklasse 7:** Schwer lösbarer Fels - Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügesteifigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke sowie dergleichen.

➤ **Homogenbereiche (DIN 18300 (2015) und VOB / C "Erdarbeiten"):**

- **Definition:** Gemäß ATV DIN 18304 (2012) sind Boden und Fels in Homogenbereiche (Schichteneinteilung) einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997, T. 2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.
- Die DIN 18300 (2012) wurde zurückgezogen - die Einteilung in Bodenklassen (bisher 1 - 7) entfällt.

➤ **Frostempfindlichkeit (ZTVE - StB):**

- **Frostempfindlichkeitsklasse F1:** nicht frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F2:** gering bis mittel frostempfindlich
- **Frostempfindlichkeitsklasse F3:** sehr frostempfindlich

Hinweis: Die Abschätzung der Werte für die Homogenbereiche erfolgt auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen und der Erfahrung aus Projekten mit ähnlichen / vergleichbaren Böden sowie auf Grundlage von Literatur- und Tafelwerten. Die Angabe der nach DIN 18300 vorgesehenen Kennwerte für die Homogenbereiche ist mit entsprechender Genauigkeit und Aussagekraft nur auf der Grundlage eines entsprechenden Umfangs an Feld- und Laboruntersuchungen möglich.

4.9 Durchlässigkeit und Versickerungsfähigkeit

Es wird voraussichtlich davon auszugehen sein, dass im Zusammenhang mit der Umsetzung des Bauvorhabens angestrebt wird, das anfallende Niederschlagswasser - bei Eignung der Böden sowie der wasserrechtlichen Bestimmungen - im Untergrund versickern zu lassen.

Über Versickerungsanlagen werden die auf den zukünftigen Dachflächen anfallenden Niederschlagswässer in den Untergrund abgeführt und so dem Grundwasserkreislauf zugeführt.

Für die Untersuchungen und Bewertungen des Versickerungspotentials liegt zugrunde:



- **DWA - Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138** - "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" (Ausgabe 2005 bzw. NF).

Gem. Entwurfsplanung werden auf der West- und Ostseite des Areals Versickerungsmulden vorgesehen (s. **Anlage 1**).

Zur Bestimmung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) für den Untergrund oberhalb der Grundwasseroberfläche ist es notwendig den k_f - Wert (so genannter "Durchlässigkeitsbeiwert") zu bestimmen.

Daher wurden in den Bohrstellen RKS 24 bis 26 und 29 je ein Versickerungsversuch durchgeführt.

Die Versickerungsversuche erfolgten in Form von Auffüllversuchen auf der Grundlage gemäß Engineering Geology Field Manual.

Bei Auffüllversuchen wird der Versuchskörper mit einer definierten Menge Wasser aufgefüllt und in festgelegten zeitlichen Abständen die von der Durchlässigkeit des Untergrundes abhängige Absenkung des Wasserspiegels gemessen.

Die Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f) ist in den **Anlagen 5.1 und 5.4** festgehalten. Danach wurden folgende k_f - Werte bestimmt (Minimum):

RKS 24 → **$k_f = 7,81 \cdot 10^{-5} \text{ m / s}$**

RKS 25 → **$k_f = 4,22 \cdot 10^{-5} \text{ m / s}$**

RKS 26 → **$k_f = 1,23 \cdot 10^{-5} \text{ m / s}$**

RKS 29 → **$k_f = 8,20 \cdot 10^{-5} \text{ m / s}$**

Gemäß der Definition der DIN 18130, T.1, lässt sich der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert aller Versuchsstellen mit dem Begriff "**durchlässig**" umschreiben. Nach derzeitiger Einschätzung ist eine Versickerung innerhalb des Geländes voraussichtlich möglich.



4.10 Schutz gegen Substanzerstörungen

Es ist zu beachten, dass bei Vorliegen eines überhöhten Sulfatgehaltes im Boden Substanzerstörungen von erdeinbindenden Betonbauwerken auftreten können.

Betonbauteile, die einem Sulfatangriff ausgesetzt sind, können durch Treiberscheinungen infolge sekundärer Ettringit- und / oder Gipsbildung bei niedrigen Bauteiltemperaturen zusätzlich durch Thaumasitbildung geschädigt werden. Daher empfiehlt sich vorab eine bodenchemische Sulfatbestimmung durchführen zu lassen.

Durch eine Untersuchung ermittelte Sulfatkonzentration kann außerdem beurteilt werden, ob es diesbezüglich zu Problemen bei der Bodenverbesserung mit Bindemittel kommen kann. In der Regel können Böden ab Sulfatgehalten $> 0,3\%$ zu Quellerscheinungen neigen.

4.11 Erdbebensicherheit

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen in der Bundesrepublik Deutschland" gehört die Umgebung zu **keiner Erdbebenzone**.

4.12 Bauchemische Bodenanalyse

Nach DIN EN 1998-1 / NA: 2011-01 und der aktuellen zugehörigen "Karte der Erdbebenzonen in der Bundesrepublik Deutschland" gehört die Umgebung zu keiner Erdbebenzone.

Während der Erkundungsarbeiten wurden Bodenproben entnommen und Untersuchungen auf betonaggressive Stoffe, demnach die Bodenaggressivität nach DIN 4030 vorgenommen.

Analysiert wurden 2 Mischprobe aus dem Aushubmaterial der durchgeführten Schürfe (Mischprobe des vermörtelten Bodens jeweils aus SCH 3 und SCH 5).

Die folgende Tabelle gibt die Grenzwerte zur Einordnung des Angriffsgrads nach DIN 4030 an (Tabelle entnommen aus Baustoffchemie,.. Springer Verlag, Tab. 4.38)

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Tabelle 4.38: Angreifende Bestandteile in Wässern zur Einordnung des chemischen Angriffs (DIN 4030 und EN 206)

| Angreifende Bestandteile | Prüfverfahren | Angriffsgrad (Expositionsklasse) | | |
|---|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | Schwach (XA1) | Mäßig (XA2) | Stark (XA3) |
| Grundwasser | | | | |
| pH-Wert | ISO 4316 DIN 4030-2 | ≤ 6,5 und ≥ 5,5 | < 5,5 und ≥ 4,5 | < 4,5 und ≥ 4,0 |
| Kalklösendes CO ₂ in $\frac{mg}{l}$ | DIN 4030-2 | ≥ 15 und ≤ 40 | > 40 und ≤ 100 | > 100 bis Sättigung |
| Ammonium NH ₄ ⁺ in $\frac{mg}{l}$ | ISO 7150-1 ISO 7150-2 oder DIN 4030-2 | ≥ 15 und ≤ 30 | > 30 und ≤ 60 | > 60 und ≤ 100 |
| Magnesium Mg ²⁺ in $\frac{mg}{l}$ | ISO 7980 oder DIN 4030-2 | ≥ 300 und ≤ 1 000 | ≥ 1 000 und ≤ 3 000 | > 3 000 bis Sättigung |
| Sulfat SO ₄ ²⁻ in $\frac{mg}{l}$ | DIN EN-196-2 DIN 4030-2 | ≥ 200 und ≤ 600 | > 600 und ≤ 3 000 | > 3 000 und ≤ 6 000 |
| Boden | | | | |
| Säuregrad des Bodens in $\frac{ml}{kg}$ | DIN 4030-2 | > 200 Baumann-Gully | In der Praxis nicht anzutreffen | |
| Sulfat in $\frac{mg}{kg}$ insgesamt | DIN EN 196-2 | ≥ 2 000 und ≤ 3 000 | > 3 000 und ≤ 12 000 | > 12 000 und ≤ 24 000 |

Tabelle 5b: Grenzwerttabelle nach DIN 4030

Die Ergebnisse der Analytik sind als Anlage 8 beigefügt.

Der Analysebefund zeigt folgendes Ergebnis:

| Parameter | MP 6 | MP 11 |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| SO ₄ | 291 mg / kg | 421 mg / kg |
| Säuregrad nach Baumann - Gully | 110 ml / kg | 34 ml / kg |

Tabelle 1b: Ausgewählte Vorgaben der DIN 4030 für betonangreifende Stoffe

Gemäß dem Befund ist dem analysierten Material des Probenbodens kein Angriffsgrad zuzuordnen.

Die ermittelten Werte sind ergänzend vom Betonlieferanten hinsichtlich der erforderlichen Betonrezeptur zu beurteilen.

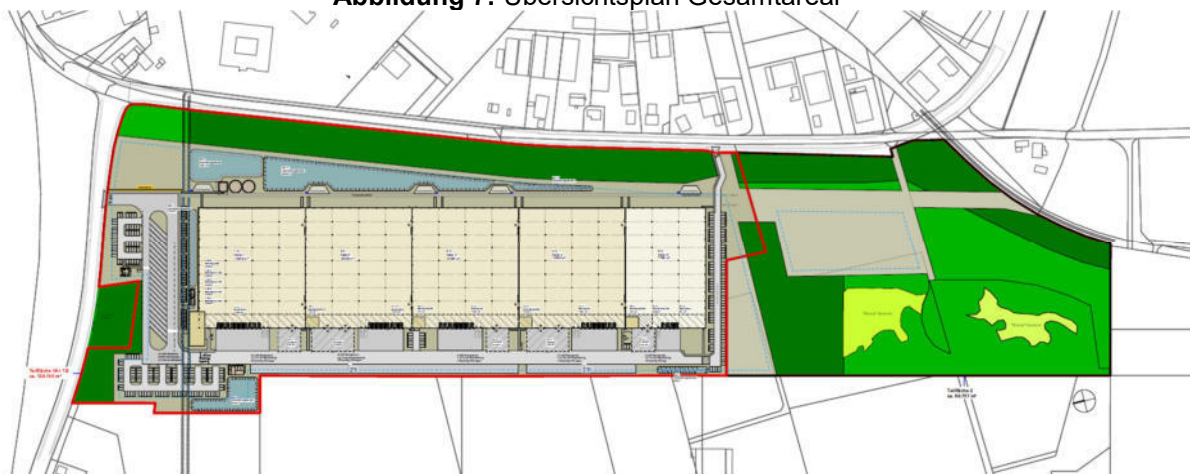
5 Ingenieurgeologische Beratung

5.1 Planungsvorgaben; Annahmen

Das geplante Projektvorhaben sieht auf der Grundlage der bisherigen Entwurfsgestaltung den Neubau eines Hallenkomplexes mit Unterteilung in die Hallenbereiche 1 bis 5 vor. Im südlichen Bereich sind in Ergänzungsflächen enthalten, für die eine ergänzende Bebauung möglich ist.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Übersichtsplan des Gesamtareals (Planstand: 28.10.2022).

Abbildung 7: Übersichtsplan Gesamtareal



Quelle: greenfield development

Die Trennung der Hallenbereiche erfolgt durch Brandwände.

Neben verschiedenen Raumteilungen für Büro- und Sozialeinrichtungen wird am Westrand je Hallenabschnitt eine 2 - geschossige Mezzanine integriert.

Im nordwestlichen Eckbereich der Halle 1 unmittelbar angrenzend schließt sich außenseitig ein 4 - geschossige Bürogebäude an. Darüber hinaus werden entlang der Westseite je Hallenabschnitt Tiefhöfe mit Überladebrücken und Vordächer angebunden. Ein Technikgebäude mit Sprinklerzentrale sowie zwei Sprinklertanks werden auf der Ostseite außenseitig an den Hallenabschnitt der Halle 1 angeordnet.

Eine Unterkellerung findet nicht statt.

Neben den Hochbauten werden entlang der Hallennord- und -westseite primär von LKW befahrenen Verkehrsflächen zur Herstellung kommen. Ferner werden entlang der Westseite Freilagerflächen sowie nord- und südseitig PKW - Fahrflächen und - Stellplätze angelegt. Schließlich ist eine Gebäudeumfahrt (Feuerwehr) geplant.

Die unmittelbare verkehrstechnische Erschließung des Gewerbes erfolgt über eine neu zu schaffende Zufahrt auf der Nordseite mit Anbindung an die Schleusenstraße.

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Eine konkrete zeichnerische Entwurfsgestaltung mit detaillierten Angaben zu der Baukonstruktion lag während der Bearbeitung noch nicht vor (Grundrisse, Schnitte, Fußbodenaufbau usw.). Auch sind die Angaben der geplanten Höheneinstellung für das Erdplanum, den Hallenfußboden und der weiteren Bauwerke sowie der Verkehrsflächen derzeit noch nicht bekannt.

Gleiches gilt für Angaben zu den Lastgrößen zum Zweck des Umschlages der Lagergüter und Regalstützenlasten. Inwieweit die Anordnung setzungsempfindlicher Hochregalsysteme mit fernbedienbaren Staplersystemen konzipiert sind, ist noch nicht angegeben worden.

Für die über Einzelstützen abzutragenden Hauptlasten wird ein gleichmäßiges Stützenrastersystem gewählt. Auf der Grundlage vergleichbarer Bauvorhaben dürften die Fundamentlasten Größenordnungen zwischen 1.000 und 3.000 kN umfassen.

Lasten von Raumwänden, Wände des separaten Bürogebäudes und des Sprinkler - Nebengebäudes werden über Streifenfundamente gegründet. Die Sprinklertanks erhalten eine Stahlbetonfundamentplatte.

Für die Verkehrsflächen liegen ebenfalls noch keine Entwurfsdetails vor. Nach vorläufiger Annahme dürften folgende Konstruktionen beabsichtigt werden:

- LKW - Hoffläche und -Stellplätze in Beton
- PKW - Stellplätze mit Rasenfugensteinen
- Fahrwege in Asphaltbauweise

Die Verkehrsflächen werden vermutlich in Anlehnung an die RStO geplant.

Annahme:

- Belastungsklasse B_k 3,2 für durch Schwerlastverkehr befahrene Flächen
- Belastungsklasse B_k 0,3 für PKW - Fahrwege und Stellplätze

5.2 Geotechnische Rahmenbedingungen

Nach derzeitigen Erkenntnissen unterlag die Grundstücksfläche in der Vergangenheit keiner baulichen Vornutzung. Das Gelände ist aktuell gekennzeichnet durch landwirtschaftliche Felder, teils umrandet von bewaldeten Bereichen.

Eine Höhenvermessung des Areals wurde bislang noch nicht zur Verfügung gestellt. Nach eigener Einmessung der Erkundungsaufschlüsse (Bohrungen und Sondierungen) wird die aktuelle Baufläche (ohne Erweiterung) durch Höhenkoten zwischen ca. 23,2 und 25,2 m ü. NHN geschnitten. Im Hinblick auf die große Flächenausdehnung des Nord - Süd - ausgerichteten und gestreckten Geländes beschreiben die topografischen Verhältnisse über weite Teile eine verhältnismäßig ebenen Oberfläche.

Nach den Erkenntnissen zur Luftbildauswertung des KBD zum Anisierungsvorhaben "Weseler Straße" bestehen Hinweise auf Kampfmittel bzw. ehemalige Militäreinrichtungen (Geschützstellungen). Zudem bestehen vermutete Altlastenverdachtsflächen. Nachstehende Abbildung zeigt die betreffenden Bereiche.

Abbildung 8: Übersichtsplan Gesamtareal mit Eintragung der nicht geräumten Fläche und der Altlastenverdachtsflächen





Während der ingenieurgeologischen Voruntersuchungen wurde entlang der Geländelinie eine dünnmächtige Oberbodenbedeckung aus sandig - schluffig - humosen oder schluffig - sandig - humosen Mutterboden mit Wurzeln festgestellt. Typischerweise besitzt die Vegetationsschicht hohe Verformungsempfindlichkeit und eignet sich ausschließlich für eine Verwendung in Kulturflächen.

Anthropogene Ablagerungen in Form von aufgefüllten Kiesen und Steinen sowie unterlagernden schluffig - kiesig durchsetzten Sanden zeigten sich lediglich in einer Teilfläche im Bereich der südlichen Erweiterungsflächen (RKS 1). Die Schichtbasis reicht hier bis in Tiefe von 0,70 bzw. 0,80 m.

Die unterhalb des Oberbodens oder Auffüllung anstehenden geogenen Böden sind durch kleinkalibrige Rammkernsondierungen und dynamischen (schweren) Rammsondierungen punktuell und orientierend geprüft worden.

Danach sind im Wesentlichen Hochflutlehme aus sandigen Schluffen in steifer, teils auch weich bis steifer oder halbfester Konsistenz oder Terrassenablagerungen aus bindemittelhaltigen (schluffigen) Sanden in meist lockerer Lagerung anstehend. Bodenmechanisch sind die bindigen, feinkörnigen und schwach bindigen, gemischtkörnigen Böden gemäß der Einteilung nach DIN 18194 der Bodengruppe UL, UL - SU und SU zugehörig. Die Schichtzone wird geländenah durch Frost- / Tau - Wechsel beansprucht. Sie reicht etwa bis in Tiefen zwischen 0,50 und 1,50 m unter derzeitiges Geländeniveau.

Herausgestellt wird die Eigenschaft, dass die Lehme bzw. lehmig beeinflussten Böden frostempfindlich und wasserempfindlich sind sowie zu Thixotropieeffekten neigen. Die Böden deuten auf das Vorliegen geringer geologischer Vorbelastung hin. Die Tragfähigkeit ist deutlich begrenzt.

Auch ist bei den plastischen Böden zu beachten, dass jegliche Wassergehaltsänderungen eine Veränderung der Eigenschaften bewirken kann. Insbesondere bei erhöhter Feuchteanreicherung (z.B. im Verlauf länger andauernder Niederschläge) kann eine Verschlechterung der bodenphysikalischen Eigenschaften zur Folge haben. Er gilt im Allgemeinen als nur mäßig durchlässig. Aufgrund seiner Kornstruktur besitzt dieser Boden jedoch eine recht hohe Aufnahmekapazität gegenüber Wasser. Diese Eigenschaft bewirkt ein schwammartiges Aufsaugen der Sickerwässer bis zum Sättigungspunkt des Bodens. Danach tritt eine Stauwirkung auf, da der Boden das Wasser nur langsam zur Tiefe hin abgeben kann. Ist der Boden bereits wassergesättigt ist demnach mit einer stark verminderten Aufnahmekapazität dieses Bodens zu rechnen.

Erhöhte Feuchteeinwirkung führt zur Verminderung der Konsistenz bis hin zur Verbräunung.



Plötzliche Belastung und dynamische Beanspruchung von durchfeuchteten Böden führen zum Ausquetschen und Grundbruch. Beim Befahren des durchfeuchteten Bodens mit schwerem Gerät, wie z.B. Raupen- oder Radbagger, wird dieser durchwinkt. Es entsteht eine teigartige Masse, eine Emulsion aus feinstverteiltem Wasser, Luftbläschen und Erdstoff. Diese teigartige Masse ist im Übrigen auch für Rohrbettungen oder als Untergrund von Verkehrsflächen völlig ungeeignet.

Außerdem sind die Böden darüber hinaus frost-, witterungs- und erosionsempfindlich.

Die Verdichtbarkeit der feinkörnigen Böden ist je nach Konsistenz mäßig bis schlecht. Weiche und weich bis steife Böden sind nicht bedeutsam verdichtbar. Die bindigen Böden müssen vor einem Wiedereinbau mechanisch aufbereitet (Fräsen) und mit Branntkalk oder Mischbinder versetzt werden.

Im weiteren Tiefenverlauf werden bindemittelfreie Terrassensedimente aus fein- bis grobkörnigen Sanden angetroffen. Sie gehören nach DIN 18196 bautechnisch zur Bodengruppe SW, SE, SW - SE, SE - SW und SU. Nach sensitiver Bewertung weisen sie meist eine lockere bis mitteldichte Lagerung auf.

Hinsichtlich der Eigenschaften ist auf die fließempfindlichen Eigenschaften hinzuweisen, wenn überhöhte Feuchte einwirkt. In diesem Fall neigen die kohäsionslosen Böden zu einem spontanen Ausfließen (u.a. bei Abgrabungen zu beachten).

Die zur Prüfung der natürlichen Lagerungsdichte hergestellten dynamischen Rammsondierungen belegen für die Grobsedimente insgesamt eine "mitteldichte" Lagerung. Allerdings konnte beobachtet werden, dass in einigen Schichtzonen "lockere" Abschnitte zwischenlagern.

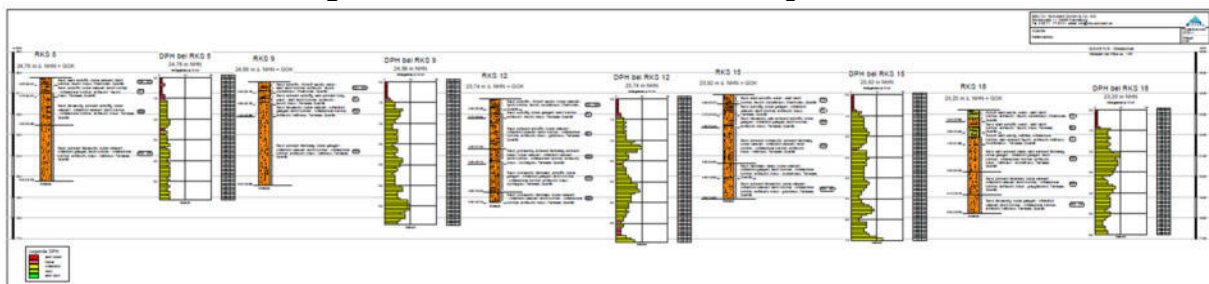
Bei entsprechendem Lasteintrag geht naturgemäß eine Neigung zur Verdichtung der Kornfraktionen einher, welches sich aufgrund der Volumenverminderung in Verformungen dokumentiert. Erst im Zustand "Korn an Korn", die eine dichte Lagerung bewirkt, sind die Schwerwiderstände so groß, dass keine weitere Verdichtung mehr möglich ist. Um von vorneherein bauwerksschädliche Setzungsverformungen auszuschließen, können daher prinzipiell nur intensive Verdichtungen mit dem Anstreben dichter Lagerungsverhältnisse den gewünschten Erfolg garantieren. Hierdurch ist der Steifemodul (als Maß der Verformbarkeit) in eine signifikante höhere Wertigkeit zu versetzen und der Baugrund kann deutlich höhere Lasteinträge schadlos aufnehmen.

Dem entgegen stehen enggestufte Sande der Bodengruppe SE, wie sie hier dominierend vorliegen und mit den labortechnischen Untersuchungsbefunden der Siebanalysen bestätigt wurden. Sie sind nur schlecht bzw. gar nicht verdichtbar, da bei gleicher Korngrößenverteilung keine Möglichkeit der Hohlraumausfüllung besteht.

Während der Erkundung konnte bis zur Aufschlusstiefe von maximal 7 m unter GOK weder zusammenhängendes noch lokal freies Grundwasser beobachtet werden. Der labortechnische Untersuchungsbefund der natürlichen Wassergehaltsbestimmung belegt für die beprobten Bodenhorizonte aktuell eine normale (erdfeuchte) Feuchtebeanspruchung.

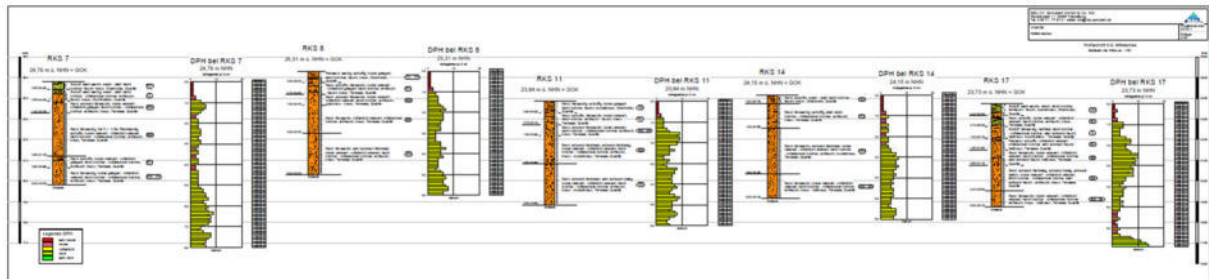
Nachfolgende Abbildungen zeigen in übersichtlichen Darstellungen die erkundeten und geprüften Baugrundverhältnisse. In den **Anlagen 7.1 bis 7.3** sind die Darstellungen nochmal separat und vergrößert abgebildet.

Abbildung 9a: Profilschnitt "West" mit Erkundungs- und Prüfstellen



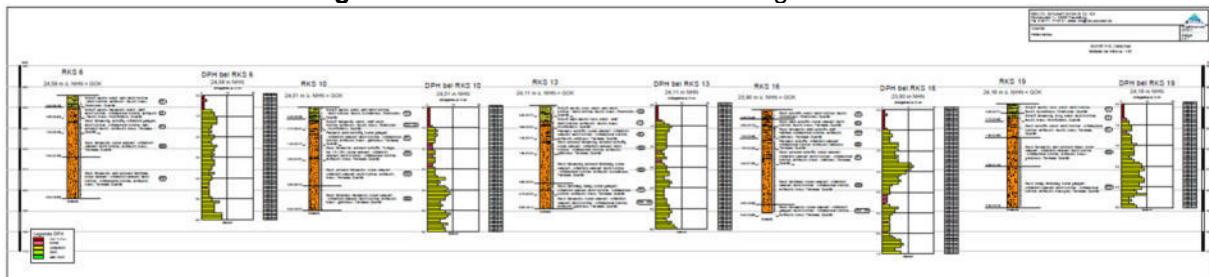
Quelle: BBU

Abbildung 9b: Profilschnitt "Mitte" mit Erkundungs- und Prüfstellen



Quelle: BBU

Abbildung 9c: Profilschnitt "Ost" mit Erkundungs- und Prüfstellen



Quelle: BBU



5.3 Baustellenerschließung

Der geplante Gebäudekomplex wird in Nord- / Südausrichtung etwa parallel zu der Verkehrsführung "Weseler Straße" angeordnet. Die verkehrstechnische Anbindung erfolgt bauzeitlich entweder von hier aus oder über die zukünftige Zufahrt im Norden über die "Schleusenstraße".

Die Anlage von gesonderten Baustraßen innerhalb des Areals orientiert sich nach den örtlichen Gegebenheiten und dem Bauablauf.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass entlang von unbefestigten Freiflächen bei entsprechenden Belastungen durch Baustellenverkehr im ungünstigsten Fall erhebliche Einsenkungen und Rinnenbildungen zu erwarten sind.

Insbesondere im Verlauf niederschlagsreicher Zeiten stellen sich entlang der Fahrflächen tiefgründige Aufweichungen ein, die dann u.U. nicht mehr befahrbar bzw. ungehindert nutzbar sind. Es erscheint daher geboten in diesen Bereichen je nach Bedarf Zuwegungen als Baustraße auszubauen und mit einer durchgehenden Oberflächenbefestigung zu stabilisieren.

Bei stärkerer Verdichtung sind in der Oberfläche Stauwasseransammlungen nicht auszuschließen.

Zur Gewährleistung einer ungehinderten Nutzung der Baufläche mit Schwerfahrzeugen sollten die Fahrflächen daher mit einer durchgehenden Oberflächenbefestigung ausgeführt werden.

Die geländeanliegenden Oberböden (schluffiger oder sandiger - Mutterboden) sollte entsprechend der ausgebildeten Schichtstärke abgeschoben und seitlich der Bauflächen in Bodenmieten witterungsgeschützt für eine spätere Wiederverwendung in Kulturlächen zwischengelagert werden. Ein Befahren oder anderweitige Verdichtung ist nicht zulässig.

Zum Zweck von Oberflächenbefestigungen wird der Einbau einer mindestens $d = 0,50$ m betragenden Oberbaukonstruktion (Tragschicht) aus nicht bindigen Erdbaustoffen empfohlen. Es eignen sich hierfür insbesondere gebrochene Gesteinsarten, die sich gegenüber rolligem Material besser verzahnen.

Als geeignet ist beispielsweise ein Hartstein - Splitt - Schottergemisch der Körnung 2 - 100 mm und Verdichtung auf $D_{pr} = 98$ % oder örtlich besser verfügbares und gleichwertiges Material zu nennen (keine sogenannte Steinerde!). Aber auch vergleichbares Recyclingmaterial kann verwendet werden. Die Verwendung von RC - Material erfordert allerdings eine besondere Freigabe!



Zusätzlich sollte zwischen dem Planum und der Oberbaukonstruktion ein verformungsstabiles, biaxial gestrecktes und knotensteifes Geogitter mit aufkaschiertem Vlies eingebaut werden (TENAX GT HM3). Hierdurch ist eine Optimierung der Oberbaukonstruktion und Reduzierung der Dicke der Erdbaustoffe zu erreichen.

Eine Weiterverwendung des eingebrachten Baustraßenmaterials kann im Zuge der weiteren Erdbau- / Auffüllmaßnahmen vorgesehen werden.

Im Verlauf regenreicher Perioden können sich im Planum Pfützenbildungen einstellen. Ein Befahren derartig beanspruchter Flächen bewirkt ein rasches Aufweichen bis hin zur Verbreiung (Bodenklasse 2 - "*Fließende Bodenarten*"). Daher sollten erforderlichenfalls seitlich angeordnete Flutgräben oder in der Fläche angeordnete Dränagen zur Entwässerung vorgesehen werden.

Dränagen sind mit filterwirksamem und verockerungsresistentem Kiessand zu ummanteln. Als Dränbaustoffe eignen sich Kiessand 0 / 8 mm, Sieblinie A₈ oder 0 / 32 mm, Sieblinie B₃₂ nach DIN 1045. Alternativ kann Kies 8 / 16 mm nach DIN 4226, Teil 1 verwendet werden. Um das Einschlämmen von Feinteilen zu vermeiden, wird jedoch eine Ummantelung mit Filtervlies erforderlich.

Außerdem empfiehlt sich, die Tragschicht als Entwässerungsschicht aus gut durchlässigen mineralischen Erdbaustoffen herzustellen.

Die vorstehenden Empfehlungen sollten auch für die Baustelleneinrichtung Berücksichtigung finden.

5.4 Erdarbeiten; Anlegen des Planums

Eine Höheneinstellung der Hallen und des zu schaffenden ebenen Erdplanums ist derzeit noch nicht bekannt. Ein Vermessungsplan mit Darstellung der vorhandenen Höhengensituation wurde noch nicht zur Verfügung gestellt.

In Ermangelung der genannten Vorgaben können im Rahmen einer ersten Einschätzung derzeit nur Annahmen getroffen werden.

Auf der Grundlage der eigenen höhenmäßigen Einmessung der Erkundungs- und Prüfstellen befindet sich die Geländefläche auf einem Niveau zwischen 23,2 und 25,2 m ü. NHN. Der maximale Höhenunterschied beträgt ca. 2 m.

Das **mittlere Geländeniveau** dürfte sich hiernach bei etwa **24,20 m ü. NHN** einstellen.



Unter Berücksichtigung einer erfahrungsgemäß für derartige Bauvorhaben üblichen Konstruktionsdicke des Fußbodens und dem mineralischen Unterbau (Trag- und Lastverteilungsschicht) von ca. 0,50 m ist davon auszugehen, dass das Niveau des **Erdplanums** mit $24,20 - 0,50 \text{ m} = \mathbf{23,70 \text{ m ü. NHN}}$ zu veranschlagen sein wird.

Welche Größenordnung die Erdbewegungen letztendlich einnehmen werden, hängt von der Höheneinstellung des Gebäudefußbodens, dem Konstruktionsaufbau des Fußbodens und der Tragschicht ab. Für die außerhalb des Hochbaus anzulegenden Verkehrsflächen sind ebenfalls in Abhängigkeit des erforderlichen Oberbaus entsprechende Anpassungen einzuplanen.

Grob abschätzend sind bis zur Erreichung der vorermittelten Ebene unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Bedingungen Abträge bis maximal ca. 1,50 m bis zur derzeitigen Geländelinie notwendig. Hinzu kommen die Schichtdicken des vorab durchzuführenden Oberbodenabtrags. Aufträge ergeben sich mit maximal ca. 0,50 m, zuzüglich der Oberbodenstärke.

Im Folgenden können derzeit lediglich allgemeine Empfehlungen und Hinweise dargelegt werden, die grundsätzlich an die Planung und Bauausführung angepasst werden müssen.

Im Bereich des Geländeanschnittes steht unterhalb des Oberbodens sandiger Schluff, schluffiger Sand oder Sand an (Bodengruppe UL, UL - SU, SW und SE).

Bei erhöhter Feuchteeinwirkung können die Böden mit einer Verschlechterung der Eigenschaften reagieren.

Zunächst erfolgt der Abtrag des Oberbodens entsprechend der örtlich ausgebildeten Schichtstärke. Gemäß den Erkundungsstellen ist mit Abtragstärken von $d = 0,30$ bis $0,45 \text{ m}$ zu rechnen.

Die in der oberflächennahen Bodenzone angetroffenen organogenen Böden bzw. sog. Oberböden sind im Sinne des § 202 BauGB unter Berücksichtigung einschlägiger fachlicher Grundsätze, hier u.a. DIN 18915 / DIN 19731, von der Fläche abzutragen und bis zur bodenfunktional-gleichwertigen Verwendung zwischenzulagern oder sofort kulturfähig zu verwerten. Für den zwischengelagerten Oberboden ist im Sinne der §§ 7 und 8 KrWG eine kulturfähige Verwertung vorzusehen. Sofern diese nicht innerhalb der Maßnahme erfolgt, ist die stoffliche Eignung nach § 12 (3) BBodSchV analytisch nachzuweisen. Eine bauwerksintegrative Verwertung, z.B. Bodenverbesserung mit Bindemitteln, Unterbaukonstruktion, o.ä. ist auszuschließen. Somit ist der zur Wiederverwendung in z.B. Grünflächen vorgesehene Oberboden getrennt von den anderen Bodenarten seitlich und zusammenhängend in Bodenmieten zu lagern und zu schützen. Ein Befahren oder anderweitige Verdichtung ist nicht zulässig.



Im Hinblick auf Niederschlagseinflüsse mit der Gefahr von Aufweichungen des Baufeldes wird zur Gewährleistung der Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und der Tragfähigkeit des Erdplanums für die betreffenden Geländebereiche eine ausreichende Vorflut, Tagwasserhaltung mittels Dränagen, Pumpensümpfen und Schmutzwasserpumpen notwendig, um bei ungünstigen Witterungsverhältnissen ein Aufweichen bzw. Auflockern des Rohplanums zu vermeiden.

Zweckmäßigerweise ist das Planum mit Dachgefälle geglättet anzulegen, damit anfallende Wässer rasch zu den in den Geländetiefpunkten angelegten Dränagen vorflutseitig entwässern können.

Im Planum vorhandene und durch Aufweichung und Vernässung gestörte Bodenbereiche müssen vollflächig abgetragen werden. Sie sind als Böden in die ehemalige Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) bzw. in einen gesonderten Homogenbereich einzuteilen. Der Ersatz erfolgt lagenweise in Erdbauweise.

Übliche Anforderungen an die Tragfähigkeit des Planums umfassen:

Halle

| | | |
|-------------------|----------------------------|------------------------|
| E_{v2} | $\geq 45 \text{ MN / m}^2$ | Erdplanum |
| E_{v2} / E_{v1} | $= 2,5$ | Verdichtungsverhältnis |

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| $E_{v2} \geq 80 \text{ MN / m}^2$ | Erdplanum bei Geländeauftrag |
| $E_{v2} / E_{v1} = 2,5$ | Verdichtungsverhältnis |

Verkehrsflächen

| | | |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------|
| E_{v2} | $\geq 60 \text{ MN / m}^2$ | Erdplanum unter Frostschutzschicht |
| E_{v2} / E_{v1} | $= 2,5$ | Verdichtungsverhältnis |

Für die Umlagerung der Bodenmassen in die Flächenabschnitte der erforderlichen Auftragsbereiche wird prinzipiell der Hinweis gegeben, dass für die Qualität der Geländeauffüllungen neben der Zusammensetzung der Böden der Einbau- und Verdichtungswassergehalt der Böden maßgebend ist. Daher bedarf die Verwendung der Böden, nicht zuletzt wegen der jahreszeitigen Veränderlichkeiten des natürlichen Wassergehaltes labortechnischer Begleituntersuchungen.

Anhand der anstehenden Böden kommen Zement oder Mischbindemittel aus Kalk und Zement zur Verwendung. Diese sind sowohl zur Reduzierung überhöhter Wassergehalte als auch zur Verfestigung geeignet. Dabei handelt es sich um eine sogenannte qualifizierte Bodenverbesserung, da erhöhte Anforderungen an das Tragfähigkeitsverhalten mit dem Hauptziel einer Langzeitwirkung zu stellen sind.

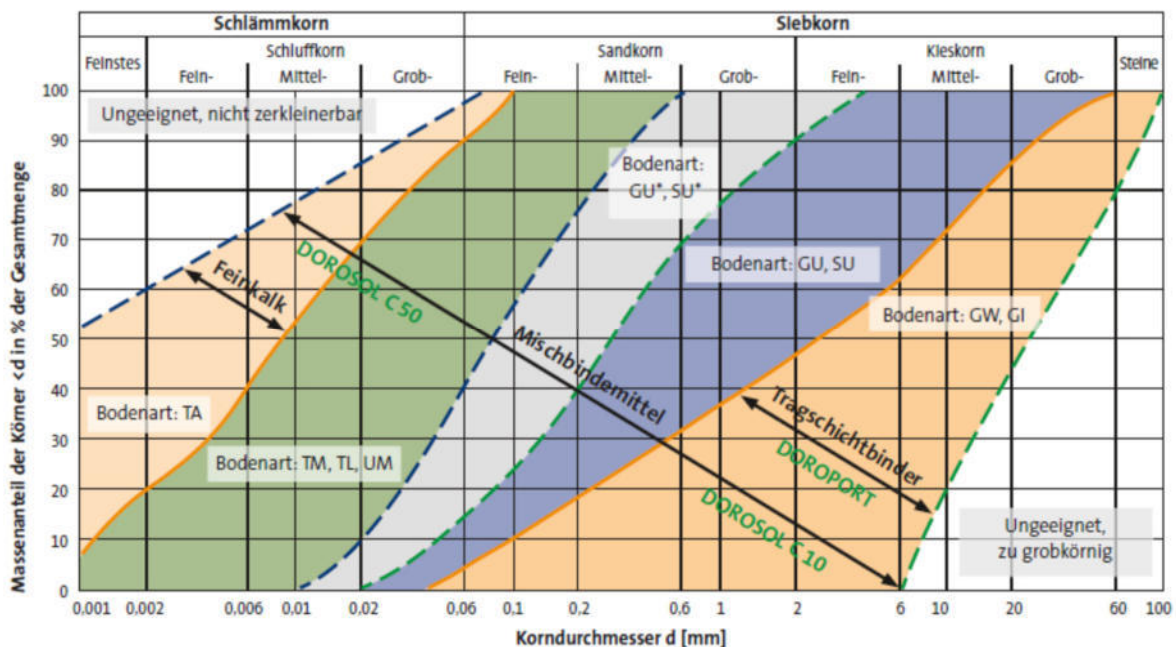
Als Bindemittelarten werden genannt:

- Zement nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 und DIN 1164-10
- Hydraulische Boden- und Tragschichtbinder nach DIN 18506, Baukalk nach DIN EN 459-1 und nach BMVBW ARS 7/2002.

Mischbindemittel bestehen aus einer Kombination aus hydraulischen Bindemitteln und Baukalken.

Die Eignung für die jeweilige Bodenzusammensetzung gibt nachstehende Abbildung wieder.

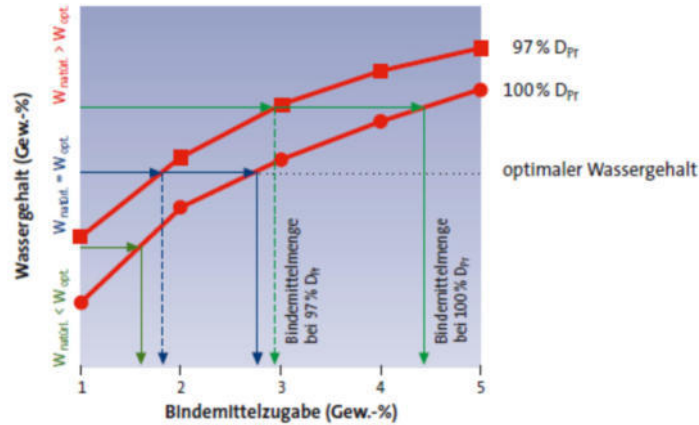
Abbildung 10: Bodenzusammensetzung und Bindemittel



Quelle: GHT GmbH & Co. KG, Dortmund

Der natürliche Wassergehalt des Bodens beeinflusst zusammen mit der zu erzielenden Proctordichte die Bindemittelmenge.

Abbildung 11: Wassergehalt, Proctordichte und Bindemittelmenge (Beispiel)



Quelle: GHT GmbH & Co. KG, Dortmund

Abbildung 12: Bodenspezifische Erfahrungswerte für die Bindemittelmenge bei Bodenverfestigungen, Bodenverbesserungen und qualifizierten Bodenverbesserungen

| | | Bindemittelmenge in M.-% | | | | |
|---------------------|--|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|------------------|
| Bodengruppe | | Feinkalk nach DIN EN 459-1 | Kalkhydrat nach DIN EN 459-1 | Zement nach DIN EN 197-1 DIN-1164-10 | Hydraulischer Boden- u. Tragschichtbinder nach DIN 18506 | Mischbindemittel |
| Bodenverfestigung | Grobkörnige Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI) | – | – | 3-7 | 3-7 | 3-7 |
| | Gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*) | 4-6* | 4-8* | 4-12 | 4-12 | 4-12 |
| | Feinkörnige Böden (UL, TL, UM, UA, TM, TA) | 4-6 | 4-8 | 7-16 | 7-16 | 4-16 |
| | Künstliche Gesteinskörnungen | – | – | 5-12 | 5-12 | 5-12 |
| | RC-Baustoffe | – | – | 4-10 | 4-10 | 4-10 |
| Bodenverbesserung** | Grobkörnige Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI) | – | – | 3-6 | 3-6 | 3-6 |
| | Gemischtkörnige Böden (GU, GT, SU, ST, GU*, GT*, SU*, ST*) | 2 (3)-4 | 2 (3)-5 | 3-6 | 3-6 | 2 (3)-6 |
| | Feinkörnige Böden (UL, TL, UM, UA, TM, TA) | 2 (3)-4 | 2 (3)-5 | 3-6 | 3-6 | 2 (3)-6 |

* Nur bei genügend großen Anteilen reaktionsfähiger Stoffe im Boden ** Die eingeklammerten Werte beziehen sich auf die qualifizierte Bodenverbesserung

Quelle: GHT GmbH & Co. KG, Dortmund

Eine bestimmungsgemäße Überführung in eine fachtechnisch geeignete Qualifizierung bzw. wirtschaftlich optimierte Bodenverfestigung ist nur durch umfangreiche labor-technische und baubegleitende Untersuchungen zu erreichen. Diese werden auch deshalb erforderlich, da die natürlichen Wassergehalte im jahreszeitigen Verlauf erfahrungsgemäß größeren Schwankungsbreiten unterliegen.

Zur Qualitätssicherung sind die Prüfverfahren und -methoden nach den ZTV E-StB und den einschlägigen TP BF-StB zu berücksichtigen.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen (s. Abschnitt Qualitätssicherungsmanagement).

Abbildung 13: Art, Umfang und Häufigkeit der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen

| Parameter | Bodenverfestigung | | Qualifizierte Bodenverbesserung | | Bodenverbesserung | |
|---|--|--|--|--|-------------------------------------|------------------|
| | Eigenüberwachungsprüfung | Kontrollprüfung | Eigenüberwachungsprüfung | Kontrollprüfung | Eigenüberwachungsprüfung | Kontrollprüfung |
| Bindemittel Übereinstimmung zwischen Lieferung und vereinbarter Bindemittelart und -sorte | Jede Lieferung (Lieferschein) | stichprobenweise | Jede Lieferung (Lieferschein) | stichprobenweise | Jede Lieferung (Lieferschein) | stichprobenweise |
| Boden Korngrößenverteilung Zustandsgrößen organische Bestandteile Wassergehalt Proctordichte und zugehöriger Wassergehalt | Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis | stichprobenweise | Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis | stichprobenweise | | |
| Zur Verfestigung vorgesehene Böden Verdichtungsgrad profilgerechte Lage | Je 20 m dreimal Je 250 m bzw. 3000 m ² | stichprobenweise | | | | |
| Verfestigte Schicht Verdichtungsgrad Bindemittelmenge profilgerechte Lage Ebenheit | Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis Je 20 m dreimal Je nach Erfordernis | Je 250 m bzw. 3000 m ² mind. einmal am Tag Je 1000 m ² Je 50 m Je nach Erfordernis | Je 250 m bzw. 3000 m ² Je nach Erfordernis Je 20 m dreimal Je nach Erfordernis | Je 250 m bzw. 3000 m ² mind. einmal am Tag Je 1000 m ² Je 50 m Je nach Erfordernis | | |
| Schichtdicke Schichtdicke | Je nach Erfordernis | Je 1000 m ² | | | | |
| Verformungsmodul auf dem Erdplanum Verformungsmodul E _{s2} Verformungsmodul E _{s0} | entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2 | | entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2 | | entsprechend Prüfmethode M1 bzw. M2 | |

* Der Prüfumfang ist abhängig von der gewählten Prüfmethode (Methode M1, M2 oder M3)

Quelle: GHT GmbH & Co. KG, Dortmund

Für die Ausführung und Anforderungen werden u. a. folgende Richtlinien empfohlen:

- ZTVE - StB, Abschn. 12
- TPBF - StB, Teil B
- FGSV "Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln 2004"

Die Qualität der Tragfähigkeit des verfestigten Bodens in den Auftragsbereichen hängt entscheidend von der Verteilung des Bindemittels im Boden und der optimalen Verdichtung des Bodengemisches ab. Aufgrund der Bodenstrukturen sollten mindestens 3 Fräsübergänge vorgenommen werden.

Abbildung 14: Typisches Fräsbild entsprechend der Anzahl der Übergänge (Beispiel)

Mischergebnis nach
einem Fräsübergang



zwei Fräsübergängen



drei Fräsübergängen



Quelle: GHT GmbH & Co. KG, Dortmund

Neben der Einfräsung des Bindemittels ist eine innige Vermischung bei gleichzeitiger Verdichtung beispielsweise durch Verwendung von Schafffußwalzen möglich. Die endgültige Glättung sollte z.B. durch den Einsatz von Glattwalzen erfolgen.

Ob zur Verdichtung ausschließlich eine statische Bearbeitung sinnvoll ist oder ggf. eine dynamische Verdichtung günstigere Bedingungen gewährleisten kann, sollte in einem integrierten Prüffeld nachgewiesen werden.

Hinweise zur Verdichtung können dem *"Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und des Unterbaues im Straßenbau"* entnommen werden.

Die Verdichtungsgüte sollte durch Fremdüberwachung bestätigt werden.

Die Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen an der verfestigten Schicht sind durch den Auftragnehmer und den Auftraggeber unmittelbar nach der Verdichtung gemeinsam durchzuführen. Eigenüberwachungsprüfungen im Beisein eines Beauftragten des Auftraggebers können als Kontrollprüfungen anerkannt werden. Auf Grund der kurzen Verarbeitungszeit der hydraulischen Bindemittel sollten Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen unmittelbar nach der Herstellung der Bodenbehandlung von Auftraggeber und Auftragnehmer gemeinsam durchgeführt werden.

Vor Beginn der Geländeauffüllung ist das Planum vom Baugrundsachverständigen abzunehmen.



Innerhalb der Auftragsbereiche sollte die Verdichtungsgüte bei Verwendung von bindigen Böden eine Proctordichte von $D_{pr} = 100$ % im Mittel, mindestens aber 98 % als Untergrenze nachgewiesen werden (s. DIN 1054, Abschn. 7.7.5). Bei einer Beanspruchung durch Gebäude- / Verkehrslasten ist jedoch nachdrücklich eine Proctordichte von $D_{pr} = 100$ % zu gewährleisten ("trockener" Ast der Proctorkurve), da bei Bodenauffüllungen stets Volumenveränderungen durch Konsolidierungs- und Schrumpfvorgänge usw. vorkommen können.

Aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit empfiehlt es sich, den Einbau und die Verdichtung lagenweise vorzunehmen ($d = 0,30$ m), jede Einbaulage anschließend unverzüglich zu prüfen und anschließend für den weiteren Aufbau freizugeben.

Bei den erforderlichen Auftragshöhen sowie der späteren Überbauung kommen Lastzuwächse zum Tragen, die zu einer Konsolidierung des Untergrundes mit entsprechenden Verformungen (Setzungen) führen können. Eine Größenordnung, mit welchen Setzungen zu rechnen sein werden, ist wegen der Verhältnisse zuverlässig nicht anzugeben. Somit bleibt ein unkalkulierbares Baugrundrisiko.

Zur Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften wäre denkbar, ab der Basis des vorab durchzuführenden Oberbodenabtrages eine Verfestigung des Untergrundes ebenfalls durch Einfräsen von Kalk / Zement (Mischbindemittel) vorzunehmen (siehe o.s. Beschreibungen).

Konkrete Zugabemengen lassen sich allerdings nur durch Laborversuche bestimmen.

Die Bodenverfestigung ist nach dem Fertigerprinzip zu empfehlen. Bei diesem Bauverfahren werden Spezialfräsen in Kombination mit Misch- und Dosiergeräten für die Bodenaufbereitung eingesetzt, welche die Arbeitsphasen Fräsen und Aufnehmen des Bodens, Zerkleinern und Homogenisieren, Einmischen des Bindemittels und des Zugabewassers mit dosierter Steuerung, Absetzen des Fertigen Boden - Bindemittel - Gemisches in sich vereinigen. Auf eine besonders sorgfältige Einarbeitung des Bindemittels und Homogenisierung des Boden - Bindemittel - Gemisches ist unbedingt zu achten.

Der Wassergehalt des Bodens sollte dem für Einbau und Verdichtung erforderlichen Wassergehalt, welcher im Rahmen der Eignungsprüfungen mittels Proctorversuch zu bestimmen ist, entsprechen.

Entlang der Abtragsbereiche ist in Höhe des Erdplanums mit dem Anstehen von wechselhaften Bedingungen zu rechnen (Hochflutlehm / Terrassenablagerungen / Zwischenbereiche mit Wechsellagerung). Daher empfiehlt es sich, auch diese Flächenabschnitte durch eine Bodenverfestigung analog der Auftragsflächen zu verbessern. Sollten, wie in einigen Erkundungsstellen festgestellt, geringe Restdicken vorhanden sein, wäre auch ein vollflächiges Abtragen vorzuschlagen und die Fehlhöhen in Erdbauweise auszugleichen.



Für Flächenabschnitte mit dem Anstehen von bindemittelfreien Terrassensedimenten kann erwartet werden, dass nach erfolgter intensiver Nachverdichtung die bestimmungsgemäße Tragfähigkeit erreicht wird.

In Flächenbereichen zwischen den Auf- und Abträgen ist eine allmähliche Angleichung bzw. Anpassung an die örtlichen Verhältnissen vorzunehmen. Bei Unsicherheiten bei der Festlegung ist der Baugrundsachverständige hinzuziehen.

Generell sollte beachtet werden, dass für die Gründung der Flächen ein Mindestverformungsmodul für das natürliche Planum von $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ und für ein durch Geländeauffüllung angehobenes Planum von $E_{v2} = 80 \text{ MN} / \text{m}^2$ (Hallen) bzw. $E_{v2} = 60 \text{ MN} / \text{m}^2$ (Verkehrsflächen) vorauszusetzen ist.

Der Nachweis erfolgt durch Prüfung mit Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung.

Sollten für die Geländeaufträge Fehlmengen an Bodenmassen bestehen, und für den Fall, dass diese während des Fundamentaushubs und anderer Tiefbaumaßnahmen nicht zur Verfügung stehen, müssen entsprechende Böden antransportiert werden. Da deren Herkunft und Eignung nicht bekannt ist, sind derzeit noch keine Angaben zur weiteren Bearbeitung darzulegen.

Für kurzzeitige Geländeprofilierungen bis Tiefe von etwa 3 m wird folgende Eigenstandsicherheit erwartet:

$\beta = 60^\circ$ Hochflutlehm und verfestigte Böden

$\beta = 45^\circ$ Terrassensedimente

(jeweils ohne Grundwassereinfluss)

Auf die Beachtung der DIN 4124 - *Baugruben und -gräben* - sowie der einschlägigen Unfallschutzvorschriften wird nachdrücklich hingewiesen. In diesem Zusammenhang ist der Abschnitt 4.2.8 der genannten Norm zu berücksichtigen, wonach die Standsicherheit von Böschungen nach DIN EN 1997 - 1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 nachzuweisen ist, wenn diese höher als 5 m ist.

Weitere Hinweise und Empfehlungen wie beispielsweise Sicherungsmaßnahmen entlang von Geländesprüngen müssen der konkreten Planung abgewartet werden.

Böschungskronen müssen im Abstand von mindestens 1,50 m lastfrei gehalten werden (keine Aushubmassen, Container, Verkehrslasten, Baumaterialien etc.). Für Kranaufstellflächen gilt prinzipiell ein Lastabstrahlungswinkel von $\beta < 45^\circ$.

Langzeitböschungen sollten unter einer Neigung von $n = 1 : 2$ (= 27°) angelegt und durch tief wurzelnde Gräser / Gehölze geschützt werden. Denkbar wäre auch eine Begrünung im Anspritzverfahren, wobei allerdings immer wieder Erosionsbildungen



entlang der Oberflächen zu beobachten sind. Prinzipiell wird der Hinweis gegeben, dass Böschungsf lächen sorgf ältig verdichtet werden m üssen.

Die bautechnischen Begleitma ßnahmen orientieren sich weiterhin an den w ährend der Arbeiten vorherrschenden Witterungsbedingungen. Hiernach wird als Vorsorgema ßnahme empfohlen, entlang von B öschungsf üßen (bei entsprechend niedriger H öhenplanung) einen im Gef älle vorflutseitig profilierten Flutgraben einzuplanen, der das aus Richtung anschließendem Gef ände durch Regenereignisse anfallende Oberfl ächenwasser rasch abf ührt und somit verhindert, dass die W ässer ungehindert in das Pl anum der sp äteren Baufl äche zulaufen und somit in den Fl ächenbereichen des Erdpl anums zu einer Aufweichung sowie bei mechanisch - dynamischer Beanspruchung aus Baustellenverkehr sogar zu Verbreiungen f ühren k önnen.

Für die Baufl äche sollte zudem in Betracht gezogen werden, das Erdpl anum mit Dachgef älle geglättet zu profilieren, entlang der Tiefpunkte eine Dr änage mit Vorflutanschluss zu verlegen und hiernach die Oberfl äche mit einer gut wasserdurchl ässigen Schotterschicht ($d = 0,25 \text{ m}$) durchlaufend abzudecken.

5.5 Gründungskonzept Fundamente

Angaben zu den statischen Fundamentabmessungen und Lastangaben lagen w ährend der Bearbeitung noch nicht vor. Da derzeit noch keine Tragwerksplanung vorliegt, k önnen im Nachfolgenden nur allgemeine Hinweise und Empfehlungen bekannt gegeben werden, die nach dem Vorliegen projektbezogen zu überarbeiten sind.

Eine konkrete H öheneinstellung des Geb äudefußbodens liegt derzeit ebenfalls noch nicht vor. Für eine erste Einschätzung wird die mittlere Gef ändeh öhe von ca. $24,20 \text{ m ü. NHN}$ ber ücksichtigt.

Die Region befindet sich in Anlehnung an das Regelwerk RStO - "*Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsfl ächen*" innerhalb der Frosteinwirkungszone I. Nach FLOSS, Kirschbaum-Verlag, 3. Auflage, Bild 54, wird bei Zone I die Ber ücksichtigung einer Frosteindringtiefe von >90 bis 95 cm empfohlen, d.h. Gr ündungskörper sollten mit ihrer Sohle eine seitliche Erdüberdeckung entsprechend der angegebenen Tiefe aufweisen.

Sollte die im vorherigen Abschnitt grob ermittelte mittlere Gef ändeoberkante von $24,20 \text{ m ü. NHN}$ etwa dem Niveau der zukünftigen Hallenfußbodenoberkante entsprechen, kommt die **Mindesttiefe der frostfreien Gr ündung** auf einem **Niveau** von $24,20 - 0,90 \text{ m} = \mathbf{23,30 \text{ m ü. NHN}}$ zu liegen.



In Gegenüberstellung mit den Erkundungsfeststellungen kommen frostfreie Fundamente in den Abtragsbereichen innerhalb der locker bis mitteldicht gelagerten Terrassensande und örtlich in teils weich bis steife Hochflutlehme zu liegen. In den Auftragsbereichen sind neben den anstehenden geogenen Böden insbesondere variierende Schichtmächtigkeiten der künstlich hergestellten Auftragsböden zu beachten.

Hierdurch sind wechselnde Steifigkeitsverhältnisse innerhalb der Lasteinwirkungstiefe bedeutsam. Zudem beanspruchen unterschiedliche Lastgrößen den Untergrund. In den Flächenbereichen mit Geländeaufträgen werden bei qualifiziertem Aufbau, Prüfung und Freigabe verbesserte Bedingungen erwartet.

Die Befunde der dynamischen Widerstandsmessungen (Rammsondierungen) weisen den geogenen Untergrund bis in die maximal geprüfte Tiefe von 8 m unter derzeitigem Geländeniveau als "mitteldicht" gelagert aus. Zwischengeschaltete und dünnmächtige Abschnitte wurden "locker" gelagert angetroffen. Die Gründungsbedingungen in diesen Böden sind somit durch mäßig konsolidierte Sande gekennzeichnet.

Zur Ertüchtigung des geogenen Untergrundes sind die Verdichtungseigenschaften der anstehenden Grobsedimente maßgebend, die im Wesentlichen durch enggestufte Sande der Bodengruppe SE bestimmt werden. Wie bereits o.s. ausgeführt, kann eine Überführung in eine höhere Verdichtungswertigkeit wegen der bodenarttypisch steilen Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereiches nicht in Aussicht gestellt werden (s. Siebanalysen Anlage 3.1 bis 3.11). Eine qualifizierte Nachverdichtung zur Erreichung einer optimalen Dichte ist daher nicht möglich.

In Anbetracht der schlechten Verdichtungseigenschaften wurde zur Verdeutlichung eine orientierende Setzungsprognose mit Hilfe des Programmes "GGU - Footing" durchgeführt. Das Ergebnis wird als Rechnerausdruck in der **Anlagen 6.1 bis 6.3** dargestellt.

In die Berechnung fließt ein:

280 kN / m² aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054, 2005)

1,00 bis 5,00 m variable Fundamentabmessungen

0,90 m Unterkante Fundamente

Mittlere Bodenkennwerte ab Unterkante Fundament (Terrassensand - unter Berücksichtigung zwischenlagernder Auflockerungszonen):

γ / γ' = 20,0 / 10,0 kN / m³ Wichte
 φ' = 32,5° Reibungswinkel
 E_s = 15.000 kN / m² Steifemodul
 c'/c_u = 0,0 / 0,0 kN / m² Kohäsion

BS-P Teilsicherheit (Ständige Bemessungssituation)

0,50 Verhältnis Veränderliche / Gesamtlasten

Abbildung 15: Ergebniszusammenstellung

| a [m] | b [m] | $\sigma_{of,k}$ [kN/m ²] | zul σ [kN/m ²] | zul R [kN] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | $\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|---|--------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|--------------|--------------|-------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 1.30 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 3.71 | 2.63 | 21.5 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.89 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 4.62 | 3.50 | 14.8 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 2.47 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 5.41 | 4.37 | 11.4 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 3.02 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 6.13 | 5.24 | 9.3 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 3.56 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 6.78 | 6.10 | 7.9 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 4.08 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 7.39 | 6.97 | 6.9 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 4.59 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 7.96 | 7.84 | 6.1 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 5.09 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 8.50 | 8.71 | 5.5 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 5.57 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 9.01 | 9.57 | 5.0 |

$$\text{zul } \sigma = \sigma_{of,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{of,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{of,k} / 1.99$$

$$\text{Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50}$$

Da zu befürchten ist, dass durch entsprechende Lasteinwirkungen mit bauwerksunverträglichen Setzungen zu rechnen sein wird, müssen entsprechende gründungstechnische Anpassungen vorgenommen werden.

Hierfür stehen zur Umsetzung einer anzustrebenden Flachgründung nach derzeitiger Einschätzung zwei Varianten zur Verfügung:

Variante 1: Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften der Terrassensande durch Einarbeiten von Zement

Variante 2: Tragfähigkeitsverbesserung durch den Unterbau eines mineralischen Gründungspolster

Nachfolgend wird die Ausführung beschrieben:



Variante 1: Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften der Terrassensande durch Einarbeiten von Zement

Die enggestuften Sande in Tiefe der erwarteten Lasteinwirkung verfügen über ein engbegrenztes Kornspektrum mit großen Porenvolumen, wodurch eine Hohlraumfüllung durch Nachverdichtung nicht zu erreichen ist.

Denkbar wäre daher eine Verfestigung der Sedimente vorzunehmen, um eine Verkitung und damit eine Kornstabilisierung der grobkörnigen Böden zu ermöglichen. Zu diesem Zweck bietet sich an, den Untergrund mittels einem Tragschichtbinder aus Zement nach DIN EN 197-1, DIN EN 197-4 und DIN 1164-10 zu verfestigen.

Hiernach kann der Untergrund gegenüber den vorliegenden geogenen Verhältnissen in eine signifikant bessere Verformungsresistenz überführt werden. Mit welchen Zugabemengen und mit welchen zu verfestigenden Schichtdicken dabei zu rechnen sein wird, muss entsprechend untersucht und festgelegt werden.

Zum Zweck einer Umsetzung sollte beachtet werden, dass der zu verfestigende Boden entsprechend der bestimmungsgemäßen Schichtdicke auszukoffern ist, anschließend der Zement mittels Schaufelseparatorentechnik homogen eingearbeitet und ohne Zeitverzug wieder eingebaut wird. Der Einbau erfolgt lagenweise zu $d = 0,30$ m und Verdichtung je Lage. Im Rahmen einer ersten Einschätzung wurde eine weitere Setzungsprognose bearbeitet unter Berücksichtigung folgender Berechnungsgrundlagen:

| | |
|-------------------------|--|
| 280 kN / m ² | aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054, 2005) |
| 1,00 bis 5,00 m | variable Fundamentabmessungen |
| 0,90 m | Unterkante Fundamente |
| 0,90 m | Schichtdicke zementverfestigter Untergrund |

Bodenkennwerte zementverfestigter Untergrund:

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| γ / γ' | = 20,0 / 10,0 kN / m ³ | Wichte |
| φ' | = 32,5° | Reibungswinkel |
| E_s | = 60.000 kN / m ² | Steifemodul |
| c'/c_u | = 2,0 / 10,0 kN / m ² | Kohäsion |

Mittlere Bodenkennwerte ab Unterkante Fundament (Terrassensand - unter Berücksichtigung zwischenlagernder Auflockerungszonen):

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| γ / γ' | = 20,0 / 10,0 kN / m ³ | Wichte |
| φ' | = 32,5° | Reibungswinkel |
| E_s | = 15.000 kN / m ² | Steifemodul |
| c'/c_u | = 0,0 / 0,0 kN / m ² | Kohäsion |

| | |
|------|---|
| BS-P | Teilsicherheit (Ständige Bemessungssituation) |
| 0,50 | Verhältnis Veränderliche / Gesamtlasten |

Abbildung 16: Ergebniszusammenstellung

| a [m] | b [m] | $\sigma_{of,k}$ [kN/m ²] | zul σ [kN/m ²] | zul R [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | σ_0 [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|---|--------------------------------------|---------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 0.65 | 32.5 | 0.80 | 20.00 | 18.00 | 3.71 | 2.63 | 43.0 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.11 | 32.5 | 0.54 | 20.00 | 18.00 | 4.62 | 3.50 | 25.1 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 1.59 | 32.5 | 0.40 | 20.00 | 18.00 | 5.41 | 4.37 | 17.6 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 2.07 | 32.5 | 0.32 | 20.00 | 18.00 | 6.13 | 5.24 | 13.5 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 2.56 | 32.5 | 0.27 | 20.00 | 18.00 | 6.78 | 6.10 | 11.0 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 3.03 | 32.5 | 0.23 | 20.00 | 18.00 | 7.39 | 6.97 | 9.2 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 3.51 | 32.5 | 0.20 | 20.00 | 18.00 | 7.96 | 7.84 | 8.0 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 3.98 | 32.5 | 0.18 | 20.00 | 18.00 | 8.50 | 8.71 | 7.0 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 4.44 | 32.5 | 0.16 | 20.00 | 18.00 | 9.01 | 9.57 | 6.3 |

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

Die Verträglichkeit ist mit dem Tragwerksplaner abzustimmen. Eine größere Vertiefung mit höher vergüteter Schichtdicke ist zwar möglich, erscheint aber unwirtschaftlich.

Variante 2: Tragfähigkeitsverbesserung durch den Unterbau eines mineralischen Gründungspolster

Zu diesem Zweck wird ein gleichmäßig Kornabgestuftes, hohlraumarm verdichtbares und raumbeständiges Brechkorngemisch prismatisch unterhalb der Fundamente hergestellt (z.B. Körnung 0 - 32 oder 0 - 45 mm).

Qualifizierte Erdbaustoffe finden in Anlehnung an die

- **TL SoB-StB** - "Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

bzw.

- **ZTV SoB-StB** - "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

ihre Anwendung.



Der Einbau erfolgt grundsätzlich im Lastausbreitungswinkel von 45° ab Fundamentrand nach unten. Zweck dieser Maßnahme ist die Erreichung einer verbreiterten Aufstandsfläche zur Verteilung der Lasten auf einer größeren Gründungsebene. Gegebenenfalls empfiehlt sich das durchgehende Profilieren eines Grabens entlang der Einzelfundamente, da hier eine Erleichterung der erd- und gründungstechnischen Arbeiten erreicht werden kann.

Um zu prüfen, ob sich diese Gründungsvariante zur Reduzierung unzulässiger Untergrundverformungen unter Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Optimierung eignet, wurde ebenfalls eine orientierende Setzungsprognose bearbeitet mit folgenden Berechnungsgrundlagen:

| | |
|-------------------------|---|
| 280 kN / m ² | aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054, 2005) |
| 1,00 bis 5,00 m | variable Fundamentabmessungen |
| 0,90 m | Unterkante Fundamente |
| 0,90 m | Schichtdicke mineralisches Gründungspolster |

Bodenkennwerte mineralisches Gründungspolster (optimal verdichtet):

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| γ / γ' | = 19,0 / 12,0 kN / m ³ | Wichte |
| φ' | = 37,5° | Reibungswinkel |
| E_s | = 100.000 kN / m ² | Steifemodul |
| c'/c_u | = 0,0 / 0,0 kN / m ² | Kohäsion |

Mittlere Bodenkennwerte ab Unterkante Fundament (Terrassensand - unter Berücksichtigung zwischenlagernder Auflockerungszonen):

| | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------|
| γ / γ' | = 20,0 / 10,0 kN / m ³ | Wichte |
| φ' | = 32,5° | Reibungswinkel |
| E_s | = 15.000 kN / m ² | Steifemodul |
| c'/c_u | = 0,0 / 0,0 kN / m ² | Kohäsion |

| | |
|------|---|
| BS-P | Teilsicherheit (Ständige Bemessungssituation) |
| 0,50 | Verhältnis Veränderliche / Gesamtlasten |

Abbildung 17: Ergebniszusammenstellung

| a [m] | b [m] | σ_{0fk} [kN/m ²] | zul σ [kN/m ²] | zul R [kN] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | σ_0 [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ³] |
|----------|----------|--|--------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 0.57 | 34.4 | 0.00 | 19.36 | 17.10 | 3.74 | 2.77 | 49.4 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.01 | 33.8 | 0.00 | 19.54 | 17.10 | 4.65 | 3.64 | 27.6 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 1.48 | 33.5 | 0.00 | 19.64 | 17.10 | 5.44 | 4.50 | 18.9 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 1.95 | 33.3 | 0.00 | 19.70 | 17.10 | 6.16 | 5.37 | 14.3 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 2.43 | 33.2 | 0.00 | 19.75 | 17.10 | 6.82 | 6.24 | 11.5 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 2.90 | 33.1 | 0.00 | 19.78 | 17.10 | 7.43 | 7.11 | 9.7 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 3.37 | 33.0 | 0.00 | 19.81 | 17.10 | 8.00 | 7.97 | 8.3 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 3.84 | 33.0 | 0.00 | 19.83 | 17.10 | 8.54 | 8.84 | 7.3 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 4.30 | 32.9 | 0.00 | 19.84 | 17.10 | 9.05 | 9.71 | 6.5 |

$zul \sigma = \sigma_{0fk} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{0fk} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{0fk} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Der Vergleich beider Varianten ergibt hinsichtlich der zu erwartenden Setzungen keine größeren Unterschiede.

Für Gründungsabschnitte innerhalb der Geländeauftragsbereiche sind eventuelle Maßnahmen zur Tragfähigkeitserhöhung von der Qualität der künstlichen Auftragsböden, den Auftragshöhen und der durch die Lasten einwirkenden Tiefen abhängig. Letztendlich erforderliche Tragfähigkeitsverbesserungsmaßnahmen richten sich nach den statischen Fundamentunterkanten, den auftretenden Lasten und den resultierenden Setzungen. Erst nach deren Kenntnis sind exakte Angaben hierzu möglich. Hierbei sind auch die Übergangsbereiche zwischen den Geländeaufträgen und den -abträgen zu beachten.

Bei beiden Varianten wird die Herstellung der Fundamente in Schalung notwendig, da innerhalb der anstehenden Böden eine senkrechte Profilierung nicht gewährleistet werden kann. Ansonsten müssten die Voraussetzungen durch Baggerschürfgruben geprüft werden.

Für die Bemessung der Fundamente kann im Rahmen der o.s. dargelegten Gründungsvarianten für eine erste Einschätzung vorläufig angesetzt werden:

$\sigma_{zul} = 280 \text{ kN / m}^2$ aufnehmbarer Sohldruck (DIN 1054, 2005)



Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ($\sigma_{R,d}$) nach EC 7 kann für die unterschiedlichen Bemessungssituationen durch Multiplikation des aufnehmbaren Sohl-drucks mit nachstehend aufgeführten Faktoren ermittelt werden:

- BS - P (Ständige Bemessungssituation) = 1,4
- BS - T (Vorübergehende Bemessungssituation) = 1,5
- BS - A (Außergewöhnliche Bemessungssituation) = 1,7
- BS - E (Bemessungssituation infolge von Erdbeben) = 1,0

Die Zulässigkeit des Gründungskonzeptes setzt die Angabe aller erforderlichen Konstruktionsdaten voraus. Zu nennen sind hierfür der Konstruktionsaufbau des Fußbodens, die statischen Fundamentabmessungen und die zugehörigen Lasten in der Sohl-fuge (ständige Einwirkungen G_k und veränderliche Einwirkungen $Q_{k,N}$). Hiernach erfolgt die finale Bearbeitung der geotechnischen Nachweise hinsichtlich der zu erwartenden Setzungen nach DIN 4019 und der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017.

Sollten angeformte bzw. industriell vorgefertigte Fundamente verwendet werden, gelten für die Fundamentüberschüttung folgende Anforderungen:

- Verwendung eines einbau- und verdichtungsfähigen sowie raumbeständig verdichtbaren Bodenmaterials.

D_{pr} = 98 % Verdichtungsgrad

ersatzweise

E_{v2} = 80 MN / m² Verformungsmodul
 E_{v2} / E_{v1} ≤ 2,5 Verhältniswert

Die Prüfung der Verdichtung erfolgt über Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 oder über dynamische Plattendruckversuche mit Hilfe des leichten Fallgewichtsgerätes nach TP BF-StB, Teil 8.3. Kontrollprüfungen sollten zweckmäßigerweise durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einen anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchgeführt werden.

Flächige Lastabtragungen wie z.B. für die Sprinklertanks sollten, da es sich um setzungsempfindliche Bauwerke handelt, ebenfalls eine Tragfähigkeitsverbesserung erhalten. Gleiches gilt für das 4 - geschossige Bürogebäude. Hier ist zudem eine durchgehende Trennung zum Hallengebäude mit witterungsgeschützter Setzungsfuge erforderlich bzw. anzuraten.

Streifenfundamente des Bürogebäudes und alle tragenden Raumwände innerhalb der Hallen sind zum Ausgleich von gewissen, naturbedingt nicht erfassbaren Steifigkeitsunterschieden im Untergrund und Belastungswechseln aus der Bauwerkskonstruktion mit einer konstruktiven Bewehrung 6 Ø 14 oben und unten sowie Bügel als Mattenkorb R 188A zu verstärken (einschließlich Eck- und Kreuzungspunkte).



Bei dem Flachbau der Sprinklerzentrale mit erwarteten geringen Lasteinwirkungen genügt voraussichtlich eine frostfreie Mindestgründungstiefe von $t_f = 0,90$ m. Dennoch sollten auch hier die Streifenfundamente mit einer kräftigen, querkraftverstärkenden Längsbewehrung versehen werden.

Bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen (Tagwässer) und / oder anfallende Schichtwässer sind in Anpassung an die örtlichen Verhältnisse auszuführen. Prinzipiell gilt, dass Wässer innerhalb der Fundamentgruben und -gräben fernzuhalten sind.

Fundamentgruben und -gräben können mit Baggergerät und glatter Schneidekante ausgehoben werden. Bei durchlaufender Grabenprofilierung erfolgt ein entsprechend leistungsfähiger Maschineneinsatz.

Die Abgrabungen können nach Einschätzung innerhalb verfestigter Böden senkrecht durchgeführt werden. Innerhalb der Hochflutlehme dürfte eine Abgrabungsneigung unter $\beta = 60^\circ$ ausreichend standsicher sein, während für die kohäsionslosen Terrassensande diese unter $\beta = 45^\circ$ zu empfehlen ist (kurzzeitig und ohne überhöhte Feuchtebeanspruchung).

Auf die prinzipielle Beachtung der DIN 4124 "*Baugruben und Gräben - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau*" sowie alle anderen einschlägigen Vorschriften und insbesondere die Unfallverhütungsvorschriften wird hingewiesen. Sollten Labilisierungen der Fundamentwandungen beobachtet werden, sind diese unverzüglich durch abflachende Nachprofilierungen oder andere geeignete Stützmaßnahmen zu sichern.

Gruben und Gräben mit Tiefen $> 1,25$ m dürfen nicht begangen werden. Umlaufend um die Vertiefungen empfiehlt sich eine Lastfreiheit von mindestens $b = 1$ m einzuhalten.

5.6 Gründung Fußboden

Im Hinblick auf die zukünftige Bebauung ist zu berücksichtigen, dass z.B. Lagerlasten in Gewerbehallen das Mehrfache des Konstruktionseigengewichts betragen und damit relevante Setzungsmaße unter dem Gesamtbauwerk erzeugen können.

Für die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks (Setzungsdifferenzen, Mitnahmesetzungen) und des Hallenbodens (Krümmung, Ebenheit, Rissebildung) ist daher ein mittlerer Beschickungsgrad als quasi - ständige Flächenlast sowie ggf. verschiedene und ungünstige Laststellungen zu berücksichtigen (vgl. DIN 1054 / 2.4.8).

Viele einzelne Punktlasten (z.B. Regalstiele einer flächigen Regalierung) wirken dabei wegen der Überlagerung ihrer Lastausbreitungszonen wie eine quasi - Flächenlast auf den Baugrund ein.



Neben einer vollflächigen Belastung können für die Gebrauchstauglichkeit des Fußbodens auch teilflächige Belastungen maßgebend werden, da die dabei entstehende Sattel - Mulden - Biegeform für die Rissbildung im Fußboden kritischer ist (i.d.R. halbe Winkelverdrehung bei Sattellagerung gegenüber Muldenlagerung).

Angaben zu den Anforderungen des Fußbodenherstellers an den Baugrund liegen bisher noch nicht vor. Daher müssen konkrete Empfehlungen zur Gründung der Fußbodenkonstruktionen der Planung abgewartet werden.

Die Auflagerung der Fußbodenkonstruktion erfolgt prinzipiell über fachtechnisch einwandfrei hergestellte, geprüfte und freigegebene Untergrundbedingungen.

Darlegungen zur Anlegung des Erdplanums und zur Verbesserung der Tragfähigkeitseigenschaften sind im Abschnitt 5.4 - "*Erdarbeiten; Anlegung des Planums*" enthalten.

Oberhalb des Erdplanums bis zum Erreichen der Konstruktionssohle des Fußbodens kommt üblicherweise eine Tragschicht in Dicke von ca. 0,30 m zur Ausführung. Art und Dicke der Tragschicht ist auf die maßgebliche Belastung der Bodenplatte und die Tragfähigkeit des Untergrundes abzustimmen.

Grundsätzlich ist sowohl bezüglich des Tragfähigkeitsverhaltens als auch im Hinblick auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen und Beanspruchungen aus dem Baubetrieb (Montagefahrzeuge, Hebebühnen etc.) anstelle einer ungebundenen Schottertragschicht die Herstellung einer hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) mit einer Dicke von mindestens $d = 0,20$ m oder einer Kombination aus beiden denkbar.

Es wird davon ausgegangen, dass die Bodenplatte keine anderen Bauteile trägt und andere Bauteile auch nicht aussteifen. Zwischen Bodenplatte und den Konstruktionsteilen der Halle ist durch Raumfugen (Bewegungsfugen) eine Trennung vorzunehmen. Zudem sollte vermieden werden, die Betonplatte direkt auf Stützen- und Wandfundamenten aufzulegen.

Für die Gründung des Fußbodens werden in Abhängigkeit von der Größe der als Einzellast wirkenden, maßgeblichen Belastung des Betonbodens der Halle, an die Tragfähigkeit des Untergrundes und der Tragschicht in Anlehnung an die Konstruktionsrichtlinien von LOHMEYER / EBELING "*Betonböden im Industriebau*", nachfolgende Anforderungen gestellt:

| Belastung max. Einzellast Q (kN) | Verformungsmodul des Untergrundes ¹⁾ E _{v2} (MN / m ²) | Verformungsmodul der Tragschicht ²⁾ E _{v2} (MN / m ²) |
|--|--|---|
| ≤ 32,5 | ≥ 30 | ≥ 80 |
| ≤ 60 | ≥ 45 ³⁾ | ≥ 100 ⁴⁾ |
| ≤ 100 | ≥ 60 | ≥ 120 |
| ≤ 150 | ≥ 80 | ≥ 150 |
| ≤ 200 | ≥ 100 | ≥ 180 |

Tabelle 6: Belastung, Verformungsmodul

- 1) Bedingung: Untergrund $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$
- 2) Tragschicht $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$
- 3) Für den Untergrund entspricht ein Verformungsmodul von 45 MN / m² nach DIN 18134 etwa einer Proctordichte von $D_{pr} = 95\%$ nach DIN 18127
- 4) Für die Tragschicht entspricht ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 100$ MN / m² nach DIN 18134 etwa einer Proctordichte von $D_{pr} = 100\%$ nach DIN 18127

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Die Mindestdicke der Tragschicht kann aufgrund der noch nicht vorliegenden Bemessungslast derzeit noch nicht angegeben werden.

Ungebundene Tragschichten sollten in Anlehnung an die folgenden Richtlinien vorgehen werden.

- **ZTV V - SoB - StB**
"Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"
- **TL SoB - StB**
"Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau"

Anmerkung: Herkömmliche Betonböden (Industrieböden) stellen im bauaufsichtlichen Sinne Bauteile mit untergeordneter Bedeutung dar und fallen aus diesem Grund nicht unter die Bestimmungen der DIN 1045 bzw. DIN 1045-1. Die in der Regel auf der Grundlage nachzuweisender Mindestwerte des Verformungsmoduls E_{v2} des Erdplanums und der Tragschicht basierende Bemessungsverfahren derartiger Betonböden fußt auf der Hypothese eines rein elastischen Verhaltens des unter der Bodenplatte anstehenden Untergrundes.

Plastische (bleibende) Verformungen werden hierbei grundsätzlich nicht berücksichtigt, d.h. das Bemessungsverfahren stellt keinen Maßstab für das zu erwartende Setzungsverhalten der Bodenplatte dar, da die Tragfähigkeitseigenschaften des tieferen Untergrundes unberücksichtigt bleiben.

Es ist daher grundsätzlich zu empfehlen, bei entsprechender Planungsreife und Vorlage der Lasten rechnerische Untersuchungen zur Beurteilung der Absolut- und Differenzsetzungen der Hallenbodenplatte durchzuführen, um erforderlichenfalls weitergehende Sondermaßnahmen zur Setzungsbegrenzung vornehmen zu können.

Zur Bemessung der Hallenfußbodenkonstruktion wird bei bestimmungsgemäßer Herstellung, Prüfung und Freigabe des Planums und der Tragschicht grob abschätzend angegeben:



Bemessung nach dem Bettungsmodulverfahren

$k_{s,k} \rightarrow 10.000 \text{ kN} / \text{m}^3$ **abgeschätzt, vorläufig**

(Das Bettungsmodul wird auf der Basis der Funktion $k_s = \sigma_{\text{vorh}} / s$ (vorhandener Sohl-
druck σ_{vorh} / Setzung s ermittelt. Zur Optimierung des Bemessungswertes wird die
Angabe der genauen Lastbeanspruchung erforderlich).

Bemessung nach dem Steifemodulverfahren

$E_{s,k} = 60.000 \text{ kN} / \text{m}^2$ **kapillarbrechende Schicht / Tragschicht**

$E_{s,k} = 25.000 \text{ kN} / \text{m}^2$ **tragfähiges Erdplanum (verfestigt / verdichtet)**

Für den Fall, dass eine notwendige Tragfähigkeitsverbesserung mit hydraulischen Bin-
demitteln erfolgt, sollte während der Bauphase ein Entwässerungskonzept aufgestellt
werden, da keine versickerungsfähige Oberfläche mehr zur Verfügung steht, um Nie-
derschlagswasser aufzunehmen.

Zum Schutz des Hallenfußbodens, der Raumteilungen innerhalb der Halle und des
Bürogebäudes vor Durchfeuchtung bzw. kapillar aufsteigender Grundfeuchte gelten
die Bestimmungen der **DIN 4095** (Dränung erdberührter Bauwerke) und **DIN 18533**
(Abdichtung von erdberührten Bauteilen).

Aufgrund der als "sehr schwach durchlässig" einzuschätzenden Untergrundverhält-
nisse (verfestigter Untergrund in den Geländeauftragsbereichen / Hochflutlehm / bin-
demittelreiche Terrassensedimente) ist gem. DIN 18533 bei Einbau einer dauerhaft
funktionsfähigen Bauwerksdränage die **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** "Boden-
feuchte und nicht drückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten mit
Dränung" zu berücksichtigen. Bei Verzicht auf eine Dränage wird eine **Höherstufung**
in die **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E** "Mäßige Einwirkung von drückendem Was-
ser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden (Druckwassereinwirkung $\leq 3\text{m}$)" not-
wendig. Auflagerbereiche über wasserdurchlässigen und bindemittelfreien Terras-
sedimenten können der **Wassereinwirkungsklasse W1.1-E** zugeordnet werden.



5.7 Gründung Verkehrsflächen

Innerhalb des Geländes sollen Verkehrsflächen angelegt werden. In Teilflächen tritt Schwerlastverkehr auf.

Vorgaben zur Bauweise und ggf. einer Belastungsklasse gem. RStO sind nicht bekannt. Eine Höhengestaltung liegt derzeit ebenfalls noch nicht vor.

Erforderlichenfalls ist die Höhengestaltung durch den Aufbau von einbau- und verdichtungsfähigen Erdbaustoffen zu gewährleisten. Diese müssen insbesondere vor dem Hintergrund der Einwirkung aus Schwerlastverkehr fachgerecht aufgebracht, verdichtet, geprüft und frei gegeben werden.

Mögliche zu überbrückende Differenzhöhen werden durch die Geländeverhältnisse und den Konstruktionsaufbau der einzelnen Flächenabschnitte bestimmt. Für zutreffende Angaben hierzu müssen die Planungen abgewartet werden.

Die Höhengestaltung der Verkehrsflächen orientiert sich an den geplanten Geländeänderungen, die vermutlich nur geringe Geländeabträge umfassen. Erste Darlegungen hierzu sind in dem Abschnitt 5.4 - *"Erdarbeiten; Anlegen des Planums"* bearbeitet worden.

Der anstehende geogene Bodenaufbau in den ursprünglichen bzw. durch Abtrag veränderten Flächenabschnitten ist unterhalb des vorab vollflächig abzutragenden Oberbodens (Bodengruppe OU, OH) durch nichtbindige, grobkörnige - bindige, feinkörnige und schwach bindige, gemischtkörnige Böden charakterisiert. Es handelt sich hierbei um Böden der **Bodengruppe UL, UL - SU, SU, SW - SE und SW**. Nach ZTVE StB ist somit das Spektrum der **Frostempfindlichkeitsklassen F 1 → nicht frostempfindlich bis F 3 → sehr frostempfindlich** zu berücksichtigen. Die Böden weisen meist weich bis steife Konsistenz oder lockere Lagerungsdichte auf.

Am Erkundungstag wurde sensitiv eine "erdfeuchte" bis "sehr schwach feuchte" Beanspruchung festgestellt. Der zur Bestätigung durchgeführte labortechnische Untersuchungsbefund beschreibt die natürlichen Wassergehalte ebenfalls als normal erdfeucht. Allerdings ist zu beachten, dass die Wassergehalte im jahreszeitigen Verlauf gewissen Schwankungsbeträgen unterliegen. Ebenfalls zu beachten ist die in den stärker bindigen Böden vorhandene Neigung zu Stauwasserbildungen.

Das Gebiet zählt nach RStO, Bild 6, zur **Frosteinwirkungszone I**.

Gemäß den RStO - Regeln wird aufgrund der Frostempfindlichkeitsklasse die Bauweise nach Tafel 1 (Bauweise mit Asphaltdecke für Fahrbahn auf F 2 - und F 3 - Untergrund / Unterbau), Tafel 2 (Bauweise mit Beton für Fahrbahn auf F 2 - und F 3 - Untergrund / Unterbau) bzw. nach Tafel 3 (Bauweise mit Pflasterdecke für Fahrbahn auf F 2 - und F 3 - Untergrund / Unterbau) festgelegt.



Der Ausgangswert für die Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus erfolgt unter Berücksichtigung der RStO, Tabelle 6. Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse werden nach Tabelle 7 des Regelwerkes festgelegt. Die Einordnung in die Frosteinwirkungszone I erfordert keine. Bei ungünstigen Wasserverhältnisse kommt jedoch zusätzlich eine Mehrdicke von $d = 0,05$ m zum Tragen (RStO, Tab. 7, Zeile 3). Demgegenüber kann ein Abzug von $d = 0,05$ m berücksichtigt werden, wenn eine Entwässerung der Fahrbahnen und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen erfolgt.

Qualifiziert verbesserte Böden der ursprünglichen Frostempfindlichkeitsklasse F 3 können gem. ZTVE als **Frostempfindlichkeitsklasse F 2** → **gering bis mittel frostempfindlich** behandelt werden.

Für die Gründung von Verkehrsflächen sind nach ZTVE - StB für den Untergrund die Einhaltung bestimmter Leistungsmerkmale zu berücksichtigen. Die Vorgaben umfassen im Wesentlichen, dass bei Einhaltung des Mindestverformungsmoduls von

- $E_{v2} = 45 \text{ MN} / \text{m}^2$ bei Bauweisen auf F 3 - Boden
- $E_{v2} = 70 \text{ MN} / \text{m}^2$ bei Bauweisen auf F 2 - Boden
(bei qualifizierter Bodenverbesserung)

(ermittelt durch den Lastplattendruckversuch nach DIN 18134) und eines bodenmechanischen Verdichtungsgrades (gem. ZTVE - StB) auf dem Planum im Bauzustand ein ausreichend tragfähiger Untergrund vorhanden ist.

Hiervon ausgehend wird eine empirische Langzeitstandfestigkeit abgeleitet. Erfahrungsgemäß werden die Vorgaben bei Vorliegen einer halbfesten bis festen Konsistenz oder dichten Lagerung erreicht.

Im vorliegenden Fall dürften nach vielfältigen Erfahrungen in Böden des anstehenden Bodenaufbaus (teils weich bis steif) abschätzend Werte um $E_{v2} = 10 \text{ bis } 20 \text{ MN} / \text{m}^2$ erreicht werden.

Somit ist ohne weitere **Bodenverbesserungsmaßnahmen** (Vermörtelung oder zusätzlicher Bodenaustausch) auch im Bereich der Verkehrsflächen keine ausreichende Tragfähigkeit des Erdplanums zu erwarten. Entsprechend ist nach Festlegung der Belastungsklassen, etc. der Gesamtaufbau (Bodenverbesserung + Fahrbahnaufbau nach RStO) festzulegen und ggf. auf ausreichende Tragfähigkeit in Probefeldern zu überprüfen.

Entscheidend für die Qualität der Verkehrsflächen ist der flächendeckende Nachweis der Vorformungsmoduli, da ansonsten der von der RStO geforderte Verformungsmodul auf dem Schotterplanum der Tragschicht nicht erreicht werden kann.



LKW - Flächen

Bei einer qualifizierten Bodenverbesserung (F 2 - Untergrund) beträgt der frostsichere Gesamtaufbau für die Belastungsklasse Bk_{3,2} $d = 0,50 + 0,10 \text{ m} = 0,60 \text{ m}$. Bei Nichtausführung ist bei einem F 3 - Untergrund eine Gesamtdicke von $d = 0,60 + 0,10 \text{ m} = 0,70 \text{ m}$ erforderlich.

Wird die Belastungsklasse Bk_{3,2} der RStO 12 bestätigt, wäre folgender Regelaufbau nach Tafel 2, Zeile 3.2 denkbar (nur zur groben Orientierung!):

d = 0,70 m frostsicherer Gesamtaufbau (F 3 - Untergrund)

bei Betonbauweise:

26 cm Betondecke

20 cm Schottertragschicht

24 cm Frostschutzschicht

$$E_{v2} \geq 150 \text{ MN / m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2 \text{ für } D_{pr} \geq 103 \%$$

$$E_{v2} \geq 120 \text{ MN / m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2 \text{ für } D_{pr} \geq 103 \%$$

Erdplanum

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$$

alternativ (nach Zeile 1.2):

bei Betonbauweise:

24 cm Betondecke

Vlies

15 cm Verfestigung

31 cm Frostschutzschicht

Erdplanum

$$E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2, E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$$

Bei erfolgter qualifizierter Bodenverbesserung (F 2 - Untergrund) kann der frostsichere Gesamtaufbau um $d = 0,10 \text{ m}$ reduziert werden.

PKW - Flächen

Für PKW - Stell- und Fahrflächen wäre abschätzend die Belastungsklasse Bk_{0,3} möglich. Der Ausgangswert zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus wird bei der Frostempfindlichkeitsklasse F 2 mit $d = 0,40 + 0,10 = 0,50 \text{ m}$ und die der Klasse F 3 mit $d = 0,50 + 0,10 = 0,60 \text{ m}$ angegeben.



Wird die Belastungsklasse Bk_{0,3} der RStO 12 bestätigt, wäre folgender Regelaufbau nach Tafel 1, Zeile 1 denkbar (nur zur groben Orientierung!):

d = 0,60 m frostsicherer Gesamtaufbau (F 3 - Untergrund)

bei Asphaltdecke:

| | |
|--------------------------|--|
| 4 cm Asphaltdecke | |
| 10 cm Asphalttragschicht | $E_{v2} \geq 120 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ für $D_{pr} \geq 103 \%$ |
| 46 cm Frostschutzschicht | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ für $D_{pr} \geq 103 \%$ |
| Erdplanum | $E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ |

oder

bei Pflasterdecke:

| | |
|---------------------------|--|
| 8 cm Pflasterdecke | |
| 4 cm Bettung | |
| 15 cm Schottertragschicht | $E_{v2} \geq 120 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,2$ für $D_{pr} \geq 103 \%$ |
| 23 cm Frostschutzschicht | $E_{v2} \geq 100 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$ für $D_{pr} \geq 100 \%$ |
| Erdplanum | $E_{v2} \geq 45 \text{ MN / m}^2$, $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ |

Bei erfolgter qualifizierter Bodenverbesserung (F 2 - Untergrund) kann der frostsichere Gesamtaufbau um d = 0,10 m reduziert werden.

Der Verdichtungsgrad sowie die Verformungsmoduln sind zu kontrollieren und nachzuweisen!

Bei Einstufung in eine andere Bauklasse wird analog auf den entsprechenden Regelaufbau nach RStO verwiesen.

Für mineralische Bestandteile der Oberbaukonstruktion sollte nach den Kriterien der ZTV SoB-StB bzw. TL SoB-Stb gewährleistet werden, wonach frostunempfindliche und -beständige Mineralstoffgemische zu verwenden sind, die auch im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sind. Dies gilt im Übrigen sowohl für den Bau als auch für den Betriebszustand.

Eine Optimierung kann durch die Verwendung von knotensteifen und formstabilen Geogittern mit aufkaschiertem Vlies erreicht werden (TENAX GT HM 3). Die sogenannten Kombigitter werden auf das Erdplanum mit überlappenden Bahnenstößen aufgelegt. Darüber wird der planungsgemäße mineralische Fahrbahnoberbau aufgebracht. Der Einbau erfolgt grundsätzlich nach Herstellerangaben.

Die Art und Stärke des Geogitters sollten mit den anbietenden Firmen auf den vorgesehenen Aufbau abgestimmt werden. Je nach Auswahl des Gitters können ggf. auch Schichtreduzierungen möglich sein.

Es ist zu beachten, dass der Verdichtungsgrad der Tragschicht (bzw. Frostschuttschicht) $D_{pr} = 103\%$ nicht unterschreiten darf. In diesem Zusammenhang wird auf Abschnitt 2.2.4.2 der ZTV SoB - StB verwiesen. Der Prüfumfang ist in Abschnitt 3 festgelegt.

Darüber hinaus wird empfohlen, das Planum vor dem weiteren Aufbau durch den Baugrundsachverständigen abnehmen zu lassen.

Es wird angeraten, die Kontrollprüfungen durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen durchführen zu lassen.

Für alle Flächen ist eine fachgerechte Entwässerung des Untergrundplanums während der Bauarbeiten sowie der fertigen Frostschuttschicht sicherzustellen. Daher sollte das Planum zur raschen Niederschlagswasserableitung mit Gefälle profiliert und mit einer geglätteten Oberfläche versehen werden.

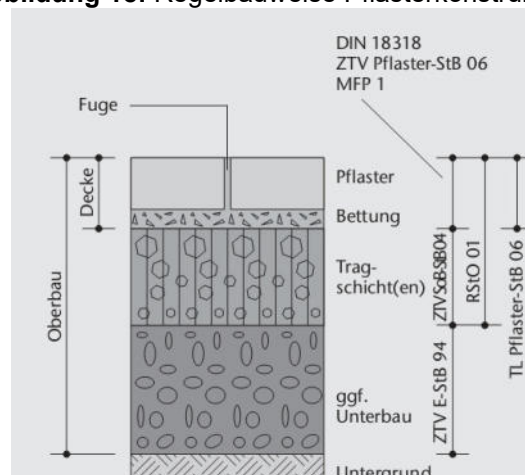
Das anfallende Niederschlagswasser ist über Drainage aufzufangen und mit geschlossener Leitung rückstausicher abzuleiten. Es ist hierbei insbesondere darauf zu achten, dass die Wässer keinesfalls ungehindert in Richtung der zukünftigen Befestigungsflächen / des Hochbaus zulaufen können.

Da bei Parkflächen immer die Gefahr von Verunreinigungen besteht, sind grundsätzlich alle rechtlichen Vorgaben zum Grundwasserschutz zu beachten.

Nachfolgend werden einige Entwurfsgrundsätze für den Bau von Verkehrsflächen mit Pflaster dargelegt (nur zur Orientierung!).

Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau einer Pflasterkonstruktion in Regelbauweise und zugehörige Vorschriften (nur zur Orientierung!). Grundlage für die Ausführung sind in jedem Fall die o.s. Richtlinien und Normen.

Abbildung 18: Regelbauweise Pflasterkonstruktion





Tragschichten unter Pflasterdecken müssen stets wasserdurchlässig ausgebildet werden, da auch die Pflasterdecke wasserdurchlässig ist. Im anforderungsgerecht eingebauten Zustand sollte die Wasserdurchlässigkeit nach Literaturangaben etwa einem Durchlässigkeitsbeiwert von k_f ca. 10^{-5} m / s entsprechen.

Frostschutzschichten sind den ungebundenen Tragschichten hinzuzurechnen und unterliegen den Anforderungen der ZTV SoB - StB. Um eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit zu erreichen, sollte die Körnungslinie (Sieblinie) der Tragschichtmaterialien jeweils in der Nähe der unteren Grenzsieblinie des nach ZTV SoB - StB vorgeschriebenen Sieblinienbereichs liegen. Die Anforderungen an die für Tragschichten ohne Bindemittel einzusetzenden Baustoffe sind ebenfalls in den TL SoB - StB geregelt. Tragschichten ohne Bindemittel müssen stets untereinander sowie gegenüber der Pflasterbettung und dem Untergrund eine ausreichende Filterstabilität aufweisen.

Für Bettungen sind kornabgestufte Baustoffgemische der Lieferkörnungen 0/4, 0/5 und 0/8 gemäß ZTV Pflaster - StB und TL Pflaster - StB geeignet. Die Dicke des Pflasterbettes sollte im verdichteten Zustand 3 bis 5 cm betragen. Der obere Wert von 5 cm sollte an keiner Stelle überschritten werden, da sonst die Gefahr von Verformungen der Decke unter Lasteinfluss besteht.

Unzulässige Unregelmäßigkeiten in der Dicke des Pflasterbettes können bereits beim Abrütteln zu Verformungen führen, die sich später durch die Verkehrsbelastung weiter verstärken können. Das Bettungsmaterial darf auf keinen Fall dafür verwendet werden, unzulässige Unebenheiten der Tragschicht auszugleichen. Es muss zudem gleichmäßig gemischt und gleichmäßig durchfeuchtet eingebaut werden.

Die Bettung muss im verdichteten Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein und darf nicht in die Tragschicht eindringen. Die Filterstabilität zur angrenzenden Tragschicht (ohne Bindemittel) muss gegeben sein.

Die materialtechnischen Anforderungen an Pflaster regelt die DIN EN 1338.

Vor Beginn der Verlegearbeiten muss sichergestellt sein, dass die einzelnen Schichten unter der Pflasterdecke (Tragschicht, Frostschutzschicht, Bettungsschicht) ausreichend tragfähig sind. Sie müssen entsprechend der zu erwartenden Verkehrsbelastung bemessen und verdichtet sein.



5.8 Feuerwehrumfahrungen und Aufstellplätze für Löscheinsätze

Neben den im vorherigen Abschnitt behandelten Hinweisen und Empfehlungen ist für die Anlegung von Feuerwehrumfahrungen und Aufstellplätzen für Löscheinsätze folgendes zu beachten:

Richtlinien:

Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sind mindestens entsprechend der Straßen - Belastungsklasse Bk0,3 (Richtlinie für Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen – RStO 12) zu befestigen.

Anstelle von DIN 1055-3:2006-03 ist DIN EN 1991-1-1:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 anzuwenden.

Befestigung und Tragfähigkeit

Zu- und Durchfahrten sind so zu befestigen, dass sie von Feuerwehrfahrzeugen mit einer zulässigen Gesamtmasse von 16 t und einer Achslast von 10 t befahren werden können.

Zur Tragfähigkeit von Decken, die im Brandfall von Feuerwehrfahrzeugen befahren werden, wird gem. VV TB NRW auf

- DIN EN 1991-1-1:2010-12
- DIN EN 1991-1-1 / NA: 2010-12

verwiesen.

Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sind entsprechend der Straßen - Bauklasse VI (VV TB NRW 2019) zu befestigen. Demnach sind als oberste Deckschicht folgende Materialien zulässig:

- Plattenbeläge
- Rasengittersteine
- Pflastersteine
- Asphaltdecken
- Beton

Schotterrasen ist insofern zulässig, wenn Schotterrasenflächen gemäß Nutzungskategorie N Fw nach den "Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von begrünbaren Flächenbefestigungen" der Forschungsgesellschaft Landschafts-entwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) vom August 2018 befestigt werden und auch die regelmäßige Instandhaltung zur Funktionserhaltung entsprechend Abschnitt 8 der FLL - Richtlinie erfolgt.



Genehmigte Flächen für die Feuerwehr mit Schotterrasen können im Rahmen des Bestandschutzes nur belassen werden, wenn sie für eine Befahrung mit Hubrettungsfahrzeugen der Feuerwehr geeignet sind. Ggf. ist die Nutzbarkeit durch ein Bodengutachten nachzuweisen. Als Parameter sind dazu gemäß der Technischen Baubestimmung Muster-Richtlinie über Flächen für die Feuerwehr 2009-10 mit den oben genannten Werten anzusetzen.

Über Schotterrasen im Bestand darf sich keine zusätzliche Schicht durch nachträglich aufgebrauchten Humus, Rasenschnitt oder andere humusbildende Stoffe aufbauen.

5.9 Gründung Kanäle

Konkrete Planungen zum Bau von Kanälen und deren Einbindetiefen liegen noch nicht vor. Nachfolgend können daher nur allgemeine Angaben zum Kanalbau dargelegt werden. Berücksichtigt werden Leitungsanlagen außerhalb des Gebäudegrundrisses.

Voraussetzung für eine zulässige Gründung ist die Einbindung der Leitungen innerhalb eines mindestens steifkonsistenten oder mitteldicht gelagerten Baugrundes.

Die DIN EN 1610 - "Verlegung, Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen" setzt voraus, dass für die Bettung von Kanalrohren ein gleichmäßiger, relativ feinkörniger Boden ansteht, der eine Unterstützung der Rohre über deren gesamte Länge zulässt.

Gemäß den Vorgaben der DIN 1610 sind zur Rohr - Auflagerausbildung rollige Böden geeignet, die gut verdichtbar sind.

Als gut verdichtbar gelten nach der Norm:

- ***stark sandige Kiese und sandige Kiese mit einem Sandanteil größer 15% und einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \geq 10$***

Geeignet sind auch:

- ***stark sandige Brechsand - Splitt - Gemische mit Größtkorn 11 mm***
- **Recycling - Baustoffe. Ihre Eignung und Umweltverträglichkeit ist nachzuweisen.**
- **Recycling - Baustoffe für den Straßenbau, Gütesicherung RAL-RG 501/1**

Bei Kanalrohren bis DN 600 ist die Größtkörnung mit 40 mm festgelegt.



Als Mindestdicke gibt die DIN 1610 an:

- **bei normalen Bodenverhältnisse $d = 100 \text{ mm}$**
- **bei Auflagerung auf Fels oder festgelagerten Böden $d = 150 \text{ mm}$**

In diesem Zusammenhang wird des Weiteren auf die ATV-DVWK-A 139 - "Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen" verwiesen, die ergänzende Hinweise und weiter gehende Ausführungen zur DIN 1610 beinhaltet.

Entlang von Abschnitten mit konsistenzabgeminderten Böden (z.B. "weich" oder "weich bis steif"), ist eine DIN - gemäße Auflagerausbildung als nicht ausreichend anzusehen. Begründet wird dies durch die Gefahr von Lastkonzentrationen im Sohlbereich, wenn eine zu geringe Dicke gewählt wird.

Ein Verdichten ist in konsistenzabgeminderten und damit überhöht feuchten Böden nicht zweckmäßig und auch nicht geeignet, da eine weitere Aufweichung zu befürchten ist. Enggestufte Sande der Bodengruppe SE, wie sie hier unterhalb der Hochflutlehme angetroffen werden, gelten ohnehin als schwer bis garnicht verdichtbar.

Sofern konsistenzabgeminderte Böden nicht vollständig ausgekoffert oder aufgrund der verbleibenden Restdicke zwischen Rohrsohle und ausreichend tragfähigen Boden eine zu hohe Überbrückung erforderlich wird, kann zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Druckverteilung im Auflagerbereich ausgeführt werden:

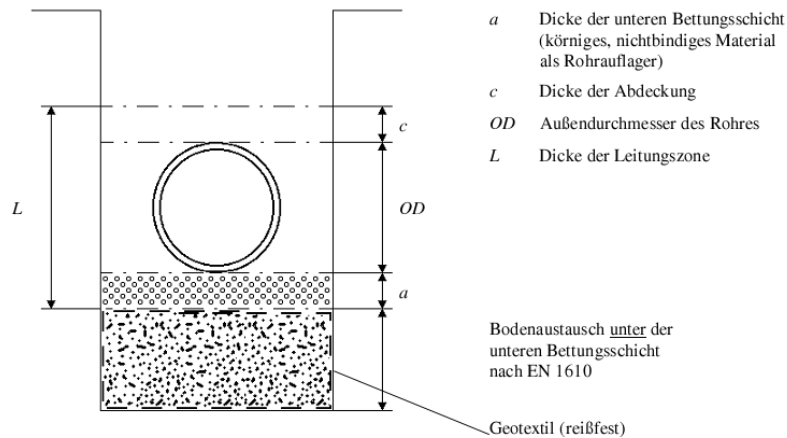
Bodenaustausch in Mindestdicke von $d = 0,50 \text{ m}$ gemäß vorstehenden Erdbaustoff - Vorgaben und zusätzliches Einlegen eines Geogitters mit Filtervlies. Empfohlen wird ein biaxial gestrecktes und knotensteifes Geogitter mit Filtervlies des Typs TENAX GT HM 3.

Das Geogitter wird über die gesamte Grabenbreite aufgelegt, beiderseitig der Grabenwandung entsprechend der Schichtdicke des Bodenaustausches hoch geführt und zwischen dieser und der unteren Bettungsschicht verlegt.

Entlang der Grabenlängsseite ist im Bereich der Bahnenstöße eine Mindestüberlappung von $a = 0,30 \text{ m}$ sicherzustellen. Die Verlegung erfolgt grundsätzlich nach den Verlegevorschriften des Herstellers.

Die nachstehende Abbildung zeigt beispielhaft die Möglichkeit der Tragfähigkeitsverbesserung.

Abbildung 19: schematische Darstellung Tragfähigkeitsverbesserung



Für die Erdbaustoffe ist eine Verdichtung auf 95 % Proctordichte sicherzustellen.

Bei anstehenden enggestuften Sanden sollte analog verfahren werden.

In den Flächenbereichen mit Geländeaufträgen ist vor Ort über mögliche Zusatzmaßnahmen zu entscheiden. Bei Unsicherheiten ist der Baugrundsachverständige hinzuzuziehen.

Für die obere Rohrbettung, die Seitenverfüllung und die Abdeckzone gelten gleichfalls die Ausführungen der DIN 1610 und der ATV-DVWK-A 139.

Es sollte beachtet werden, dass die obere Bettungsschicht sorgfältig einzubauen ist, um zu gewährleisten, dass die Zwickel unter dem Rohr mit verdichtetem Material verfüllt sind (Hinweis in Ausschreibung empfohlen). Alternativ bietet sich die Verwendung von zeitweise fließfähigen, selbst verdichtenden Boden - Bindemittel - Gemischen, Beton oder Porenbeton an.

Die Dicke der oberen Bettungsschicht wird über den statischen Nachweis vorgegeben.

Die Erdbaustoffe der oberen Bettungsschicht sind ebenfalls auf 95 % Proctordichte zu verdichten (DIN 1610).

Für die Erstellung von Schachtbauwerken wird im Falle von konsistenzabgeminderten Böden die Auskofferung und Ausgleich mit mineralischen Erdbaustoffen analog zur Rohrgründung empfohlen. Der Bodenaustausch ist ab Schachtfundamentrand im Druckausbreitungswinkel von 45° nach unten zu führen. Für das Fundament sollte eine Stahlbetonfundamentplatte in Dicke von $d = 20$ cm gewählt werden. Die Platte ist entsprechend den statischen Erfordernissen zu bewehren (DIN 1045).

Während der orientierenden ingenieurgeologischen Erkundung wurde kein zusammenhängendes und / oder lokal freies Grundwasser angetroffen.



Die Bodenabschnitte zeigten eine "erdfeuchte" oder "sehr schwach feuchte" Beanspruchung. Allerdings ist zu beachten, dass sich die bodenhydrologischen Verhältnisse im jahreszeitigen Verlauf ändern können. Zudem sind geländenahe lokale Schichtwasserführungen nicht auszuschließen.

Das Erfordernis von Wasserhaltungsmaßnahmen orientiert sich grundsätzlich nach der jahreszeitig vorgesehenen Baudurchführung. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass im Verlauf regenreicher Zeiten oder im Frühjahr aufgrund von Schneeschmelzen eine deutliche Erhöhung der Feuchteanreicherung und verstärkt Auftritte von Grundwasserführungen möglich sind. Zur Minimierung von Wasserhaltungsmaßnahmen sollten die erd- und rohrverlegetechnischen Arbeiten prinzipiell in die niederschlagsarmen Monate verlegt werden.

Wasserhaltungsmaßnahmen sind so zu treffen, dass die erd- und rohrverlegungstechnischen Arbeiten ohne Behinderung ausgeführt werden können.

Für lokale Wasserführungen genügt die Vorhaltung und der Einsatz von leistungsfähigen Schmutzwasser - Tauchpumpen, die randlich außerhalb der Rohrverlegeposition und an den Zulauforten in vertiefte Gruben eingestellt werden. Ggf. werden je nach Bedarf entlang der Grabenseiten kiessandummantelte Drainageleitungen zu verlegen sein, die grundsätzlich nach Beendigung der Arbeiten "totzulegen" sind.

Für den Graben der Kanalabschnitte sind die DIN 4124 "*Baugruben und Gräben - Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau*" sowie alle anderen einschlägigen Vorschriften und insbesondere die Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

Für die Herstellung einer freien Grabenprofilierung mit abgeböschten Wandungen wird gemäß DIN 4124, Abschn. 4.2.4, folgender Böschungswinkel einzuhalten sein (ohne Grundwassereinfluss!):

$\beta = 60^\circ$ für verfestigte oder bindige Böden in mindestens steifer Konsistenz

$\beta = 45^\circ$ für nichtbindige Böden oder Böden mit weicher oder weich bis steifer Konsistenz

Bei Antreffen von Labilisierungen entlang der Einschnitte bzw. Böschungen sind unverzüglich Maßnahmen zur weiteren Abflachung oder andere geeignete Stützmaßnahmen einzuleiten.

Sollte eine freie Grabenprofilierung nicht beabsichtigt werden, wäre ein normierter Grabenverbau (z.B. System "Krings" oder ähnliches System) herzustellen.

Der Aushub des Grabens erfolgt unter Verwendung von leistungsfähigem Tieflöffelbaggergerät mit glatter Schneidekante (mittlere Ausführung).



Während der Aushubarbeiten angetroffene Aufweichungen in der Grabensohle sind vollständig auszuräumen und durch einbau- und verdichtungsfähige Erdbaustoffe zu ersetzen. Eine ausschließlich statische Verdichtung der Grabensohle wird ohnehin angeraten (z.B. mit Hilfe eines so genannten Verdichterrades).

Bei der nach der Rohrgründung und -verlegung durchzuführenden weiteren Verfüllung ist zu beachten:

Bis mindestens 15 cm über dem Rohrschaft bzw. mindestens 10 cm über der Muffe (Abdeckzone) sind die Kanalleitungen mit steinfreiem Material abzudecken.

Nach ZTVE - StB sollte als Baustoff nur grobkörnige Böden und Baustoffe mit einem Größtkorn von 22 mm verwendet werden, wobei der Sandanteil überwiegen muss.

Bei den Verfüllarbeiten im Bereich der Seitenzonen ist besonders darauf zu achten, dass die Verfüllung und Verdichtung an beiden Rohrseiten gleichzeitig und gleichmäßig ausgeführt werden.

Gemäß ATV-A 139 darf die Verdichtung des Verfüllmaterials in der Seitenzone nur von Hand oder leichten Verdichtungsgeräten erfolgen. Der Einsatz von Fallgewichten sowie eine Verdichtung durch Schlagen oder Drücken z.B. mit dem Baggerlöffel sind nicht zulässig.

Die Böden sind in Lagen von $d = 0,30$ m einzubauen und je Einbaulage zu verdichten.

Der Verdichtungsgrad soll betragen: **$D_{pr} = 97\%$**

Die Einbau- und Verdichtungskriterien sind nach ZTVE - StB, Abschn. 9 bzw. Abschn. 4.3.2 (Tabelle 2) geregelt.

Der Rohrgraben ist entsprechend dem Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsgräben (Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen, Köln) zu verfüllen.

Für die Grabenverfüllung oberhalb der Leitungszone (Hauptverfüllung) gilt vom Grundsatz her, dass bei Forderung nach einer langfristig setzungsfreien Oberfläche (Verkehrsflächen) nur einbau- und verdichtungsfähige Erdbaustoffe gemäß den Richtlinien der ZTV E - StB "*Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau*" zu verwenden sind.

Der Einbau eines weitgestuften Korngrößengemisches aus Vorabsiebung kann gegebenenfalls zugelassen werden, sofern die Richtlinien der ZTVE eingehalten werden.

Die Einbau- und Verdichtungskriterien sind nach ZTVE, Abschn. 8 bzw. Abschn. 3.3.2 (Tabelle 3) geregelt.



Der Verdichtungsgrad sollte betragen: **$D_{pr} = 97\%$**

Der Umfang der Eigenüberwachung ist der Tabelle 8 der ZTVE - StB zu entnehmen. Kontrollprüfungen sollten zweckmäßigerweise durch das Büro des Baugrundsachverständigen oder einem anderen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen erfolgen.

Der Nachweis der ausreichenden Tragfähigkeit und Verdichtung wird durch Ausführung von Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 empfohlen.

Bindige Böden können aufgrund der Empfindlichkeit gegenüber erhöhter Feuchtebeanspruchung oder im jahreszeitigen Verlauf möglicherweise wechselnder Wassergehalte nicht ohne weiteres verwendet werden, da hierdurch die Verdichtungsfähigkeit bzw. -willigkeit einschränkt ist.

Die Wassergehalte unterliegen im jahreszeitigen Verlauf erfahrungsgemäß größeren Schwankungsbeträgen. Daher wird vor der Entscheidung über die Eignung bzw. aktuell vor Beginn des Einbaus eine labortechnische Begleituntersuchung angeraten.

Bei zu hohem natürlichen Wassergehalt kann eine Verbesserung der Eigenschaften durch qualifizierte Bodenverbesserung erzielt werden (einarbeiten von Zement bzw. Kalk / Zement als Mischbinder z.B. mittels Schaufelseparatorentechnik).

Hierzu sind ebenfalls Eignungsuntersuchungen mit Wassergehaltsbestimmungen und Proctorversuche einzuplanen.

Böden der Bodengruppe SU und SW sind gut verdichtbar. Böden der Bodengruppe SE hingegen weisen keine ausreichenden Verdichtungseigenschaften auf.

Die Eignung der Erdmassen und die Freigabe für bautechnische Zwecke erfolgt generell in enger und rechtzeitiger Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen. Gleiches gilt für etwaige Vergütungsmaßnahmen, Einbau, Verdichtung und Kontrolle.

Die Verdichtung der Schachtarbeitsräume ist sorgfältig durchzuführen. Dies betrifft auch den Oberbau von Verkehrsflächen, da ungeeignete Verfüllungen und unzureichende Verdichtungen immer wieder zu Ringrissen im Asphalt oder Einsenkungen entlang des Schachtdeckels führen.

In der nachstehenden tabellarischen Zusammenstellung werden für die Verdichtungsarbeiten die jeweiligen Gerätearten, Schütthöhen und Zahl der Übergänge genannt.

Tabelle 7: Anhaltswerte für den Geräteinsatz zur Verdichtung der Verfüllzone (ZTVA - StB)

| Geräteart | Betriebsgewicht kg | Bodengruppen | | | | | | | | |
|--|-----------------------|--|------------------|----------------|---|------------------|----------------|--|-----------------------|----------------|
| | | grobkörnige Böden GW, GI, GE, SW, SI, SE max. 5 M.-% Korndurchmesser ≤ 0,063 mm und gemischtkörnige Böden GU, GT, SU, ST max. 15 M.-% Korndurchmesser ≤ 0,063 mm | | | gemischtkörnige Böden ¹⁾ GU*, GT*, SU*, ST* 15 - 40 M.-% Korndurchmesser ≤ 0,063 mm | | | feinkörnige Böden ¹⁾ UL, UM, TL, TM > 40 M.-% Korndurchmesser ≤ 0,063 mm | | |
| | | Eig-nung | Schütthöhe cm | Zahl Überg. | Eig-nung | Schütthöhe cm | Zahl Überg. | Eig-nung | Schütthöhe cm | Zahl Überg. |
| Vibrationsstampfer / Schnellschlagstampfer | - 50 | o | 15 - 20 | 3 - 7 | o | - 15 | 3 - 7 | o | - 15 | 2 - 4 |
| | 50 - 80 | o | 20 - 30 | 3 - 7 | o | 20 - 30 | 3 - 7 | o | 10 - 20 | 2 - 4 |
| | > 80 | o | 30 - 35 | 3 - 7 | o | 30 - 35 | 3 - 7 | o | 20 - 30 | 2 - 4 |
| Vibrationsplatten / Flächenrüttler | - 150 | + | 15 - 20 | 4 - 6 | o | - 15 | 4 - 6 | | - | - |
| | 150 - 400 | + | 20 - 30 | 4 - 6 | o | 10 - 20 | 4 - 6 | | - | - |
| | > 400 | + | 30 - 40 | 4 - 6 | o | 20 - 40 | 4 - 6 | o | 20 - 30 | 6 - 8 |
| Vibrationswalzen - Walzenzug / Tandemwalze | - 3000 | + | 15 - 20 | 4 - 8 | + | 15 - 20 | 4 - 8 | + | - 15 ²⁾ | 4 - 8 |
| | 3000 - 7000 | + | 20 - 30 | 4 - 8 | + | 20 - 30 | 4 - 8 | + | 20 - 30 ²⁾ | 4 - 8 |
| | > 7000 | + | 30 - 50 | 4 - 8 | + | 30 - 40 | 4 - 8 | + | 20 - 30 ²⁾ | 4 - 8 |

+ empfohlen

o meist geeignet

¹⁾ Wassergehalt $0,9 \cdot w_{pr} \leq 1,1 \cdot w_{pr}$

²⁾ mit Stampffußbandage

Für die erdbautechnischen Prüfungen ist eine systematische Vorgehensweise gemäß dem Regelwerk der ZTVE einzuhalten. Als Methode wird die Überwachung des Arbeitsverfahrens nach Abschn. 14.2.4 vorgeschlagen.

Die Überprüfung der Qualitätsanforderungen ist im Rahmen einer Fremdüberwachung und ebenfalls in enger Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu empfehlen.

5.9 Qualitätssicherungsmanagement

Eine ausreichende Tragfähigkeit des Planums, der Tragschichten und aller sonstigen Verfüllmaßnahmen wie Arbeitsräume usw. kann nur bei sach- und fachgerechter Ausführung der Baumaßnahme erreicht werden. Für eine qualifizierte Ausführung sind mit Hinblick auf die Anforderungen aufgrund der Überbauung mit einem Hochbau / Verkehrsflächen und dergl. unbedingt eine Fremdüberwachung der Erdarbeiten sowie eine Verdichtungskontrolle notwendig.

Zur Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Anforderungen wird dringend die Planung eines Qualitätssicherungsmanagements angeraten. Dieses soll sicherstellen, dass unter Baustellenbedingungen eine wirtschaftliche und fachtechnische Optimierung der Erdarbeiten erfolgt. Vorgeschlagen wird die Einrichtung von Testfeldern. Hier kann die Eignung der Böden, die maximale Einbaulagendicke, die geeignete Verdichtungsart (statisch / dynamisch), die erreichbare Verdichtungsgüte und dergl. festgelegt werden.



Bei der Ausarbeitung von Qualitätssicherungsplänen und Testfeldern wurden in der Vergangenheit bei vergleichbaren Bauprojekten gute Erfahrungen gemacht, indem für jede Systemebene / Einbauschicht die vorgesehene Einbautechnologie, die Zielvorgaben für Verdichtung und Oberflächengüte sowie Art und Umfang der Kontrolluntersuchungen und -versuche definiert wurden. Die Einbautechnologie ist hierbei als in Grenzen variabel zu sehen, weil die Testfeldauswertung Rückwirkungen auf die Einbautechnologie haben kann.

Für baubegleitende Kontrollversuche kommen in Frage:

- Korngrößenverteilungen nach DIN 18123
- Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121
- Lastplattendruckversuche nach DIN 18134 - 300
- Fallplattendruckversuche nach TP BF - StB, Teil 8.3
- Verdichtung nach DIN 18125 mit Ausstechzylinder bei bindigen Böden bzw. Densitometer bei rolligen Böden.

Alle zum Einbau vorgesehenen Erdstoffe sind vor ihrem Einbau einer Eignungsprüfung zu unterziehen bzw. es müssen von den bauausführenden Unternehmen entsprechende Nachweise vorgelegt werden.

| Bauteil | Gewerk | D _{pr} % | E _{v2} MN / m ² | E _{v2} / E _{v1} | E _{vd} MN / m ² |
|------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------------|--|
| Fundamente | Untergrundverfestigung / mineralisches Gründungspolster | ≥ 98 | ≥ 80 | ≤ 2,5 | ≥ 40 |
| | Arbeitsraumverfüllung (nur bei Bedarf) | ≥ 98 | ≥ 45 | ≤ 2,5 | ≥ 25 |
| | Überschüttung (nur bei Bedarf) | ≥ 98 | ≥ 80 | ≤ 2,5 | ≥ 40 |
| Bodenplatte | Tragschicht (Halle) | s. Tabelle 6 in Abschn. 5.6 | s. Tabelle 6 in Abschn. 5.6 | s. Tabelle 6 in Abschn. 5.6 | |
| | mineralische Unterbauschicht (= OK. kapillarbrechende Schicht / Tragschicht) | ≥ 100 | ≥ 100 | ≤ 2,3 | ≥ 50 |
| | Tragschicht Sprinkler-tank | ≥ 100 | ≥ 100 | ≤ 2,3 | ≥ 50 |
| Verkehrsflächen | Erdplanum (verfestigt) | ----- | ≥ 70 | ----- | ----- |
| | Tragschicht (Frostschutzschicht) Belastungsklasse B _k 0,3 | ≥ 103 | ≥ 120 | ≤ 2,3 | ≥ 65 |
| | Belastungsklasse B _k 3,2 | ≥ 103 | ≥ 150 | 2,3 | ≥ 80 |

Tabelle 8a: Mindestanforderungen Tragfähigkeit

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



Folgendes Qualitätssicherungsprogramm wird vorgeschlagen:

| Prüfbereich | Eigenüberwachung | Fremdüberwachung |
|---|---|--|
| Bodenverbesserung Eignungsprüfungen: ^{1.)} | gemäß Merkblatt laufend | gemäß Merkblatt stichpunktartig |
| Probebau Jeweils 1 Probebau für den Hallenbodenunterbau so- wie die Verkehrs- und Stellflächen Eignungsprüfungen: ^{1.)} Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 2 x pro Probebau | 1 x pro Probebau |
| Geländeauffüllung, Erdplanum Eignungsprüfungen: ^{1.)} Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 1 x je 750 m ² und Lage | 1 x je 1.000 m ² und Lage |
| Untergrundverfestigung / mineralisches Gründungspolster (Fundamente) Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | jedes 5. Fundament | jedes 10. Fundament |
| Schottertragschicht (Halle) Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 1 x je 1.000 m ² | 1 x je 1.000 m ² |
| Schottertragschicht (Sprinklertank) Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 1 x | 1 x |
| kapillarbrechende Dränschicht (Halle) Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 1 x je 1.000 m ² | 1 x je 1.000 m ² |
| Schottertragschicht / Frostschuttschicht LKW - Flächen Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 3 x je 1000 m ² | 1 x je 1000 m ² |
| Schottertragschicht / Frostschuttschicht PKW - Flächen Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 3 x je 1.000 m ² | 1 x je 1.000 m ² |
| Bauwerkshinterfüllungen wie Fundamente, Stützwände, etc. Kontrolle der Tragfähigkeit: ^{2.)} | 1 x je 200 m ³ / jedes 5. Fundament | 1 x je 200 m ³ / jedes 10. Fundament |

Tabelle 8b: Qualitätssicherungsprogramm

- 1.) Eignungsprüfungen:
- Kontrolle der Bindemittelmenge
- Kontrolle der Einfrästiefe
- 2.) Kontrolle der Tragfähigkeit:
- Proctorversuch gemäß DIN 18127
- Verdichtungsgrad gemäß DIN 18125
- Plattendruckversuche gemäß DIN 18134



Die vorstehenden Angaben gelten für große Prüflose. Wir empfehlen, den Untersuchungsumfang mit dem Unterzeichner auf der Grundlage genauerer Kenntnisse über die Art und Größe der jeweiligen Baulose abzustimmen und fortzuschreiben. Die Beprobungsfrequenz ist im Zuge der laufenden Arbeiten ggf. augenscheinlich den Boden- und Witterungsverhältnissen anzupassen.

5.10 Ionisierende Strahlung (Schleich- und Radongas)

Aus natürlich vorkommendem Uran in Böden und Gesteinen entsteht das Edelgas Radon, das sich in Gebäuden ansammeln kann. Der größte Teil der Strahlung aus natürlichen Strahlenquellen in Deutschland, der die Bevölkerung ausgesetzt ist, ist auf Radon zurückzuführen. Etwa fünf Prozent der Todesfälle durch Lungenkrebs in der Bevölkerung basieren nach aktuellen Erkenntnissen auf der Inhalation von Radon und der Anreicherung seiner Zerfallsprodukte in der Lunge.

Zur Einordnung: Das sind in etwa 1900 Todesfälle jährlich, während sich ca. 1600 Todesfälle auf Kontakt mit Asbest zurückführen lassen.

Ein mögliches Eindringen von Radongas in Wohn- oder Arbeitsräume ist somit ein wichtiger Aspekt, der im Hinblick auf neuere Forschungen zur Gesundheitsvorsorge (insb. Lungenkrebsrisiko) im Baubereich beachtet werden sollte. Im Strahlenschutzgesetz vom Juni 2017 zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung finden sich folgende Formulierungen:

Auszug aus Teil 4, Kapitel 2 – Schutz vor Radon – Abschnitt 1

§ 123 (1) *Wer ein Gebäude mit Aufenthaltsräumen oder Arbeitsplätzen errichtet, hat geeignete Maßnahmen zu treffen, um den **Zutritt von Radon aus dem Baugrund zu verhindern** oder erheblich zu erschweren.*

Zu den geeigneten Maßnahmen gehören unter anderem die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz.

Unabhängig von den individuell standortabhängigen stark variierenden Radonkonzentrationen im Boden (Bodenluft), die nur durch gezielte Messungen genau geklärt werden können, sollten daher potentielle Eintrittsstellen für Feuchtigkeit, Schleich- und Radongas, wie z.B. quadratische Aussparungen in der Bodenplatte bautechnisch vermieden werden. Dies sollte rechtzeitig planerisch Berücksichtigung finden, da sichere Abdichtungen z.B. an den Durchtrittsstellen von Abwasserrohren zu einer glatten Aussparungsfläche im Beton nachträglich praktisch nicht möglich sind. Sichere und geprüfte Abdichtungslösungen sind somit rechtzeitig einzuplanen. Die Industrie bietet vielfältige Lösungen zur dauerhaften Abdichtung von Abwasserrohren an, die vor dem Betonieren der Bodenplatte eingebaut werden können.

6 Analyseergebnis Umweltuntersuchung

Hinsichtlich der umwelttechnischen Analytik und Abfalleinstufung der anstehenden Böden wurde eine abfallcharakterisierende Materialbeprobung im Sinne der Probenentnahmerichtlinie PN 98 nach LAGA vorgenommen. Das entnommene Material wurde homogenisiert, in luftdicht verschlossene Eimer gefüllt und gekühlt transportiert.

Nach den LAGA - Probennahmenvorschriften (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - M20) wurden zur orientierenden Erstbewertung folgende Mischproben entnommen:

| aus Bohrung RKS | Tiefe | Boden | LAGA - Mischprobe |
|-----------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 0,60 - 1,00 | Sand | MP 1 |
| 1 | 1,50 - 3,00 | Sand | MP 2 |
| 2 | 0,00 - 1,00 | Lehm | MP 1 |
| 2 | 1,50 - 3,00 | Sand | MP 2 |
| 3 | 0,00 - 1,00 | Oberboden, Lehm, Sand | MP 1 |
| 3 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 2 |
| 4 | 0,00 - 1,00 | Oberboden, Lehm, Sand | MP 1 |
| 4 | 1,00 - 3,00 | Sand, Lehm | MP 2 |
| 4 | 4,00 - 7,00 | Sand | MP 2 |
| 5 | 0,35 - 0,75 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 6 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 3 |
| 6 | 0,65 - 1,30 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 6 | 1,30 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 7 | 0,00 - 0,35 | Oberboden | MP 3 |
| 7 | 3,80 - 5,00 | Sand | MP 10 |
| 8 | 0,00 - 0,30 | Oberboden | MP 3 |
| 8 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 9 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 3 |
| 9 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 9 | 3,50 - 5,00 | Sand | MP 10 |
| 10 | 0,00 - 0,45 | Oberboden | MP 3 |
| 11 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 3 |
| 11 | 0,40 - 0,65 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 11 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 12 | 0,75 - 2,40 | Sand | MP 11 |
| 13 | 0,40 - 0,80 | Lehm, Sand | MP 7 |
| 13 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 11 |
| 13 | 3,00 - 5,00 | Sand | MP 11 |
| 14 | 0,40 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 7 |

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik



| | | | |
|----|-------------|------------|-------|
| 14 | 3,60 - 3,80 | Sand | MP 11 |
| 15 | 0,00 - 0,45 | Oberboden | MP 4 |
| 15 | 1,50 - 3,00 | Sand | MP 11 |
| 16 | 0,00 - 0,45 | Oberboden | MP 4 |
| 17 | 0,40 - 0,70 | Lehm, Sand | MP 7 |
| 17 | 1,80 - 3,00 | Sand | MP 11 |
| 18 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 4 |
| 18 | 0,40 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 7 |
| 18 | 3,00 - 5,00 | Sand | MP 11 |
| 19 | 0,00 - 0,45 | Oberboden | MP 4 |
| 19 | 0,45 - 0,75 | Lehm, Sand | MP 7 |
| 19 | 3,00 - 5,00 | Sand | MP 11 |
| 23 | 1,00 - 3,20 | Sand | MP 9 |
| 24 | 0,00 - 0,45 | Oberboden | MP 5 |
| 24 | 0,45 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 8 |
| 24 | 2,00- 3,00 | Sand | MP 9 |
| 25 | 0,00 - 0,35 | Oberboden | MP 3 |
| 25 | 0,35 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 25 | 1,40 - 3,00 | Sand | MP 9 |
| 26 | 0,00 - 0,30 | Oberboden | MP 3 |
| 26 | 0,30 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 26 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 9 |
| 27 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 3 |
| 27 | 0,40 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 6 |
| 27 | 1,00 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 28 | 0,00 - 0,30 | Oberboden | MP 5 |
| 28 | 0,30 - 1,00 | Lehm, Sand | MP 8 |
| 28 | 1,20 - 3,00 | Sand | MP 10 |
| 29 | 0,00 - 0,40 | Oberboden | MP 4 |
| 29 | 2,00 - 3,00 | Sand | MP 9 |

Tabelle 9a: Probenzusammenstellung

Die Proben wurden fachgerecht verpackt und per Kurier an die AGROLAB Labor GmbH, Bruckberg geliefert.

Das Analyseergebnis ist in den Prüfberichten in der **Anlage 8** einzusehen. Die **Anlage 9** enthält eine Messwert - Grenzwert - Gegenüberstellung nach LAGA TR Boden (2004).

Untersuchungsergebnisse und Bewertung nach LAGA

Die Auswertung der chemischen Analytik der Mischproben erfolgt nach der Parameterliste der LAGA M20 für Feststoff und Eluat gemäß LAGA TR Boden - 2004. Maßgeblich sind zur Beurteilung die höchsten Überschreitungswerte.



Die Einstufung nach LAGA TR Boden ergab folgende Ergebnisse:

| Mischprobe | Analytik / auffälliges Messergebnis | Zuordnungswert nach LAGA TR Boden |
|------------|---|-----------------------------------|
| MP 1 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Lehm) | Z0 |
| MP 2 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Sand) | Z0 |
| MP 3 | TOC - Zuordnungswerte (Lehm) | Z1.1 (Z0) ¹ |
| MP 4 | TOC - Zuordnungswerte (Lehm) | Z1.1 (Z0) ¹ |
| MP 5 | TOC - Zuordnungswerte (Lehm) | Z1.1 (Z0) ¹ |
| MP 6 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Lehm) | Z0 |
| MP 7 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Lehm) | Z0 |
| MP 8 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Lehm) | Z0 |
| MP 9 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Sand) | Z0 |
| MP 10 | keine Erhöhung - Zuordnungswerte (Sand) | Z0 |
| MP 11 | Nickel - Zuordnungswerte (Sand) | Z0* |

Tabelle 8b: Ergebnis der Untersuchungen nach LAGA ¹ Oberboden

Bewertungsgrundlagen

Die abfalltechnische Einstufung von Aushubboden im Hinblick auf dessen (Wieder-) Verwertung erfolgt nach den Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen nach den Technischen Regeln der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), deren übergeordnetes Gesetz das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) bzw. die Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) ist. Eine Bewertung der Ergebnisse erfolgt abstimmungsgemäß nach LAGA.

Im Teil II der Regeln der LAGA werden Zuordnungswerte für Böden und andere mineralische Reststoffe genannt. Die Zuordnungswerte geben Grenzgehalte des Feststoffs und Grenzkonzentrationen der Eluate wieder, bei deren Überschreitung eine Verwertung stufenweise eingeschränkt wird. Dabei stellt der Zuordnungswert Z 2 den höchsten Grenzwert für eine Verwertung dar.

Die Einstufung des Materials erfolgt nach den Einbauklassen:

Z 0: uneingeschränkte Verwertung / offener Einbau

Z 1: eingeschränkter offener Einbau

 Z 1.1: allgemein gültig in "unempfindlichen" Flächen

 Z 1.2: in hydrogeologisch günstigen Gebieten zulässig, mit Erosionsschutz

Z 2: eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen

Gemäß der Einordnung halten die Mischproben den Grenzwert der LAGA - Zuordnung **Z 0** (für Lehm bzw. Sand) ein. Die Geogenböden können somit als uneingeschränkt, bodenähnlich verwertbar angesehen werden.



7 Schlussbemerkungen

Nach Fertigstellung der endgültigen detaillierten Entwurfsunterlagen und der statischen Berechnung (einschl. Lastenplan) bitten wir um Vorlage, um die Hinweise und Empfehlungen erforderlichenfalls projektbezogen überarbeiten zu können.

Sollten im Zuge der Planung oder Ausführung Änderungen vorgenommen werden, die Einfluss auf die geotechnischen Rahmenbedingungen, Annahmen und Empfehlungen haben können, bitten wir ebenfalls um Benachrichtigung. Um rechtzeitige Benachrichtigung bitten wir auch, wenn im Zuge der Bauarbeiten Änderungen gegenüber unseren bodenkundlichen Feststellungen angetroffen werden.

Das Gutachten gilt nur vollständig und nach Prüfung bzw. Abnahme der Empfehlungen sowie den Hinweisen zur Bauausführung durch den Baugrundsachverständigen. Wir bitten um Verständnis, dass nur nach örtlicher Prüfung während der bautechnischen Arbeiten Gewähr für die Richtigkeit des Gutachtens sowie der umgesetzten Baugrundbeurteilungen übernommen werden kann.

Für weitere ingenieurgeologische Beratungen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Aufgestellt:

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
Trendelburg, den 16.01.2023
vertreten durch Dr. Malte Schindler
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 77 97 0 • Fax 0 56 71 - 77 97 10
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

Dr. Malte Schindler

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
vertreten durch Dr. Marcus Kimm
Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 77 97 0 • Fax 0 56 71 - 77 97 10
eMail: info@bbu-schubert.de
www.bbu-schubert.de

Dipl.-Geol. Marcus Kimm

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Anlage 1 | - | Lageplan mit Einkartierung der Erkundungsstellen und Übersichtsplan |
| Anlage 2.1 bis 2.28 | - | Profilaikendarstellung der Rammkernsondierungen |
| Anlage 3.1 bis 3.11 | - | Summenkurven der Kornverteilung |
| Anlage 4.1 bis 4.18 | - | Widerstandslinien der dynamischen Rammsondierungen |
| Anlage 5.1 bis 5.4 | - | Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten |
| Anlage 6.1 bis 6.3 | - | Profilschnitte West - Mitte - Ost |
| Anlage 7.1 bis 7.3 | - | Orientierende Setzungsprognosen |
| Anlage 8 | - | Analysebefund der umwelttechnischen Bodenbeprobung |
| Anlage 9 | - | Messwert - Grenzwert - Gegenüberstellung des umwelttechnischen Analysebefundes |

Schutzvermerk ISO 16016

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte vorbehalten



Anlage 1

**Lageplan mit Lage
der Erkundungspunkte**

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**



Plangrundlage: Greenfield



Legende:

-  RKS...
Ansatzstelle der Rammkernsondierung
-  Altlastenverdachtsflächen
-  Nicht geräumte Fläche (Kampfmittelfreigabe)
-  DPH...
Ansatzstelle der schweren Rammsondierung
-  Ansatzstelle des Versickerungsversuches (KF)

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Angewandte Geologie, Baugrundsachverständigenwesen
Geophysik & Geotechnik
Glockenplatz 1 - 34388 Trendelburg
Tel. 05671 / 77970 - Fax. 05671 / 779710
eMail: info@bbu-schubert.de - Homepage: www.bbu-schubert.de



| | | |
|--|------------------------------------|----------------------|
| Auftraggeber: Greenfield Logistikpark Voerde GmbH Johannstraße 37 40476 Düsseldorf | Projekt Nr: 221311 | Anlage: 1 |
| | Maßstab: (A3-Format) ca. 1:3500 | Datum: 13.12.2022 |
| | Gezeichnet: DW | Geprüft: MK |

| | |
|--|---|
| Baumaßnahme: Neubau greenfield - Logistikpark Weseler Straße / Schleusenstraße Voerde | Planinhalt: Lageplan der Erkundungspunkte und Flächen |
|--|---|



Anlage 2.1 – 2.28

Profile der Rammkernsondierungen

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

Voerde
 Hallenneubau

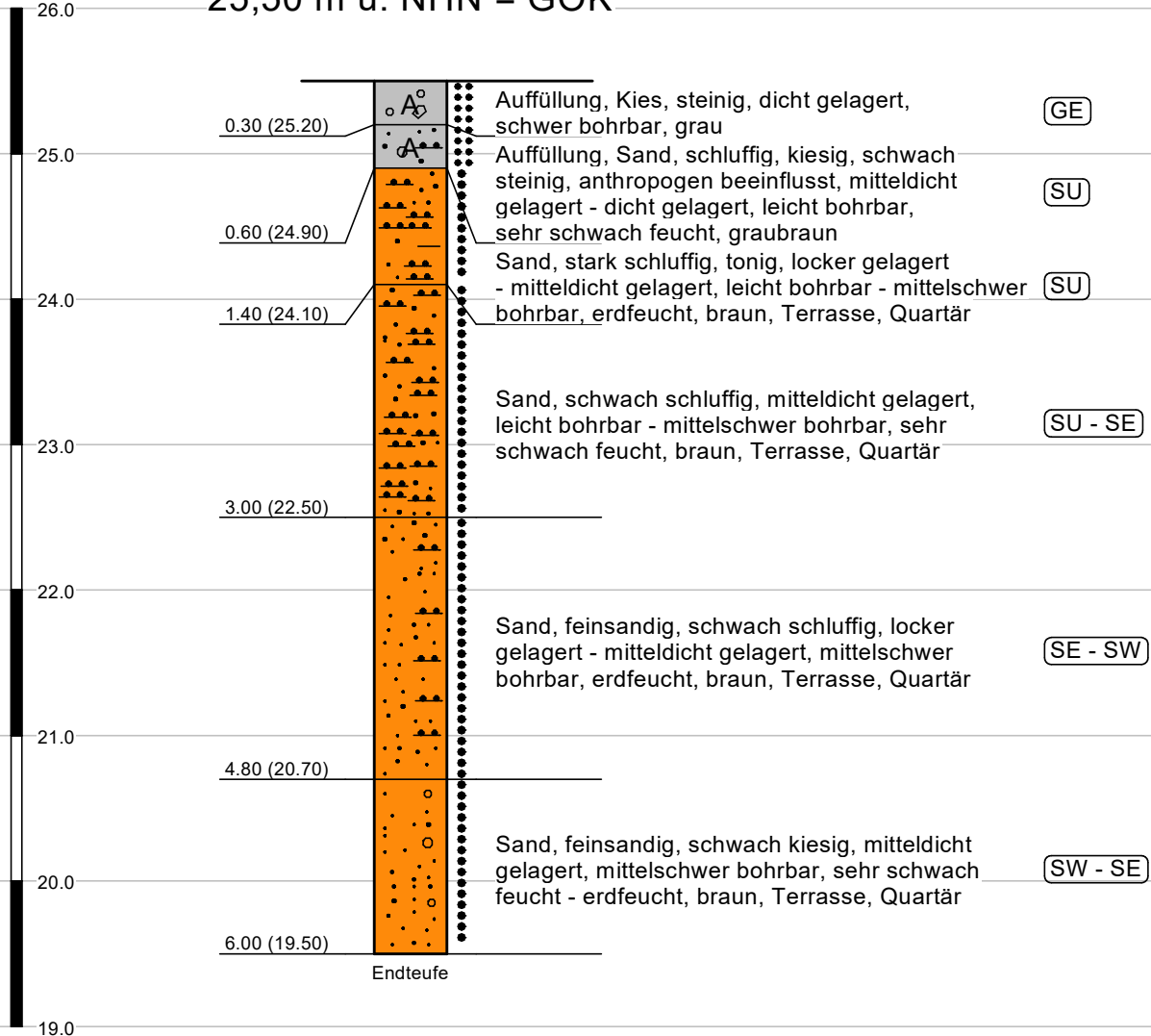
Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.1

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

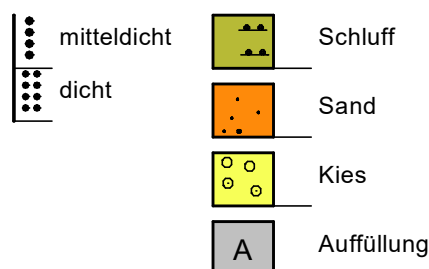
RKS 1a

25,50 m ü. NHN = GOK

NHN
 26.0



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



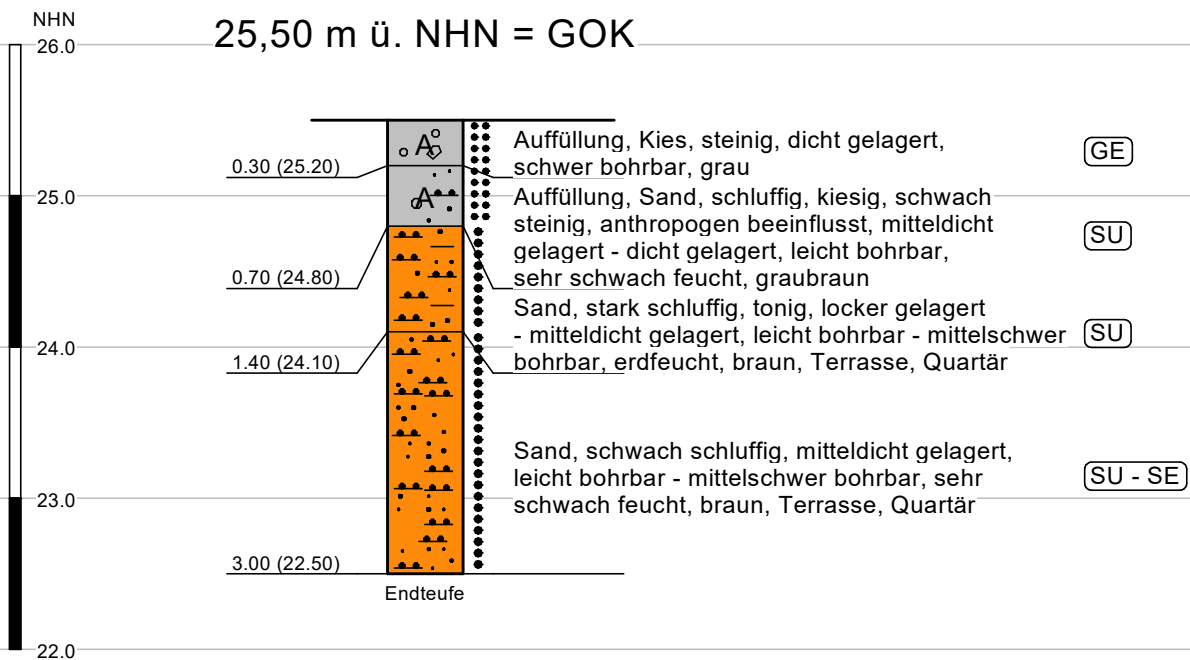
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.2







Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 1b

25,50 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

- | | |
|---|--|
|  mitteldicht |  Schluff |
|  dicht |  Sand |
| |  Kies |
| |  Auffüllung |

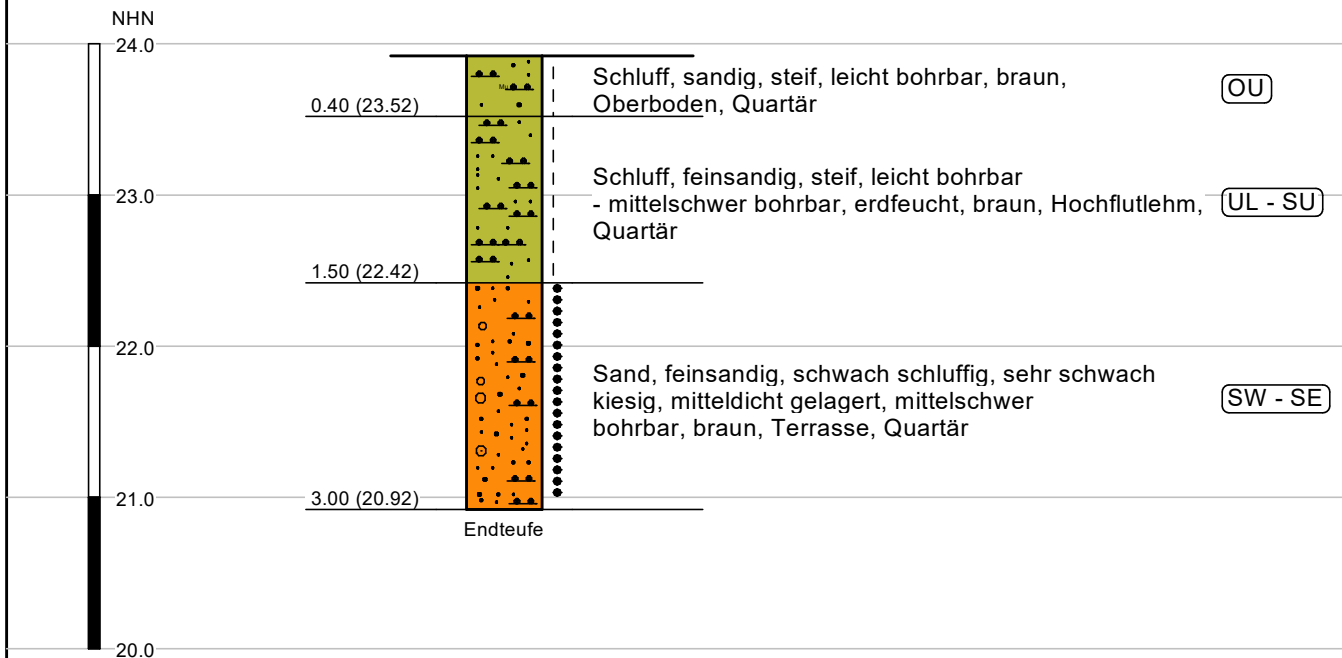
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.3





Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 2

23,92 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|-------------|---|---------|
|  | steif |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |

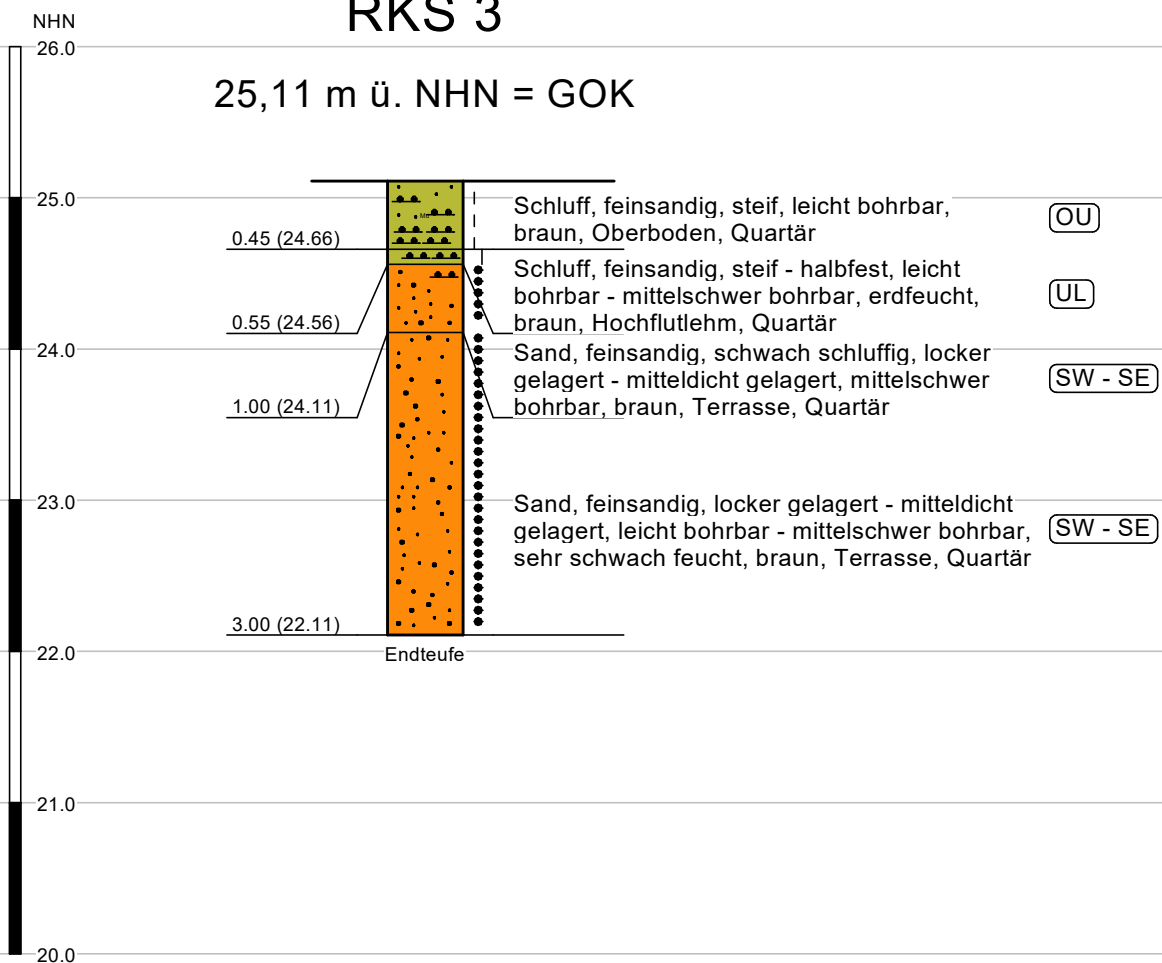
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.4

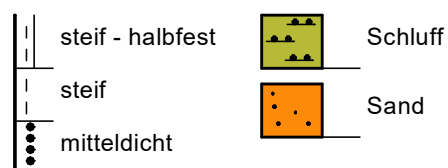
Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 3

25,11 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



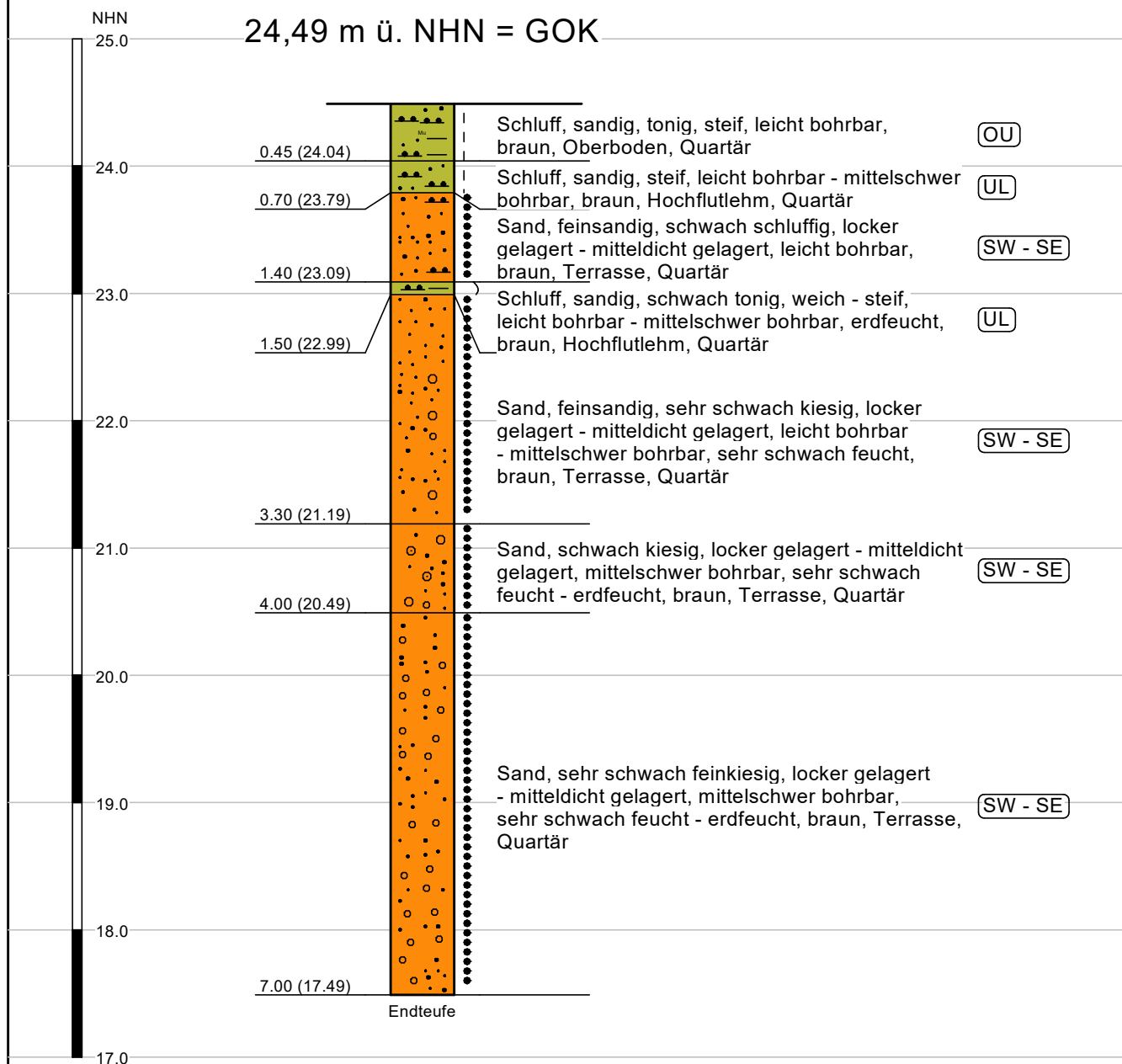
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.5






Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 4a

24,49 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | steif |  | Schluff |
|  | weich - steif |  | Sand |
|  | mitteldicht | | |

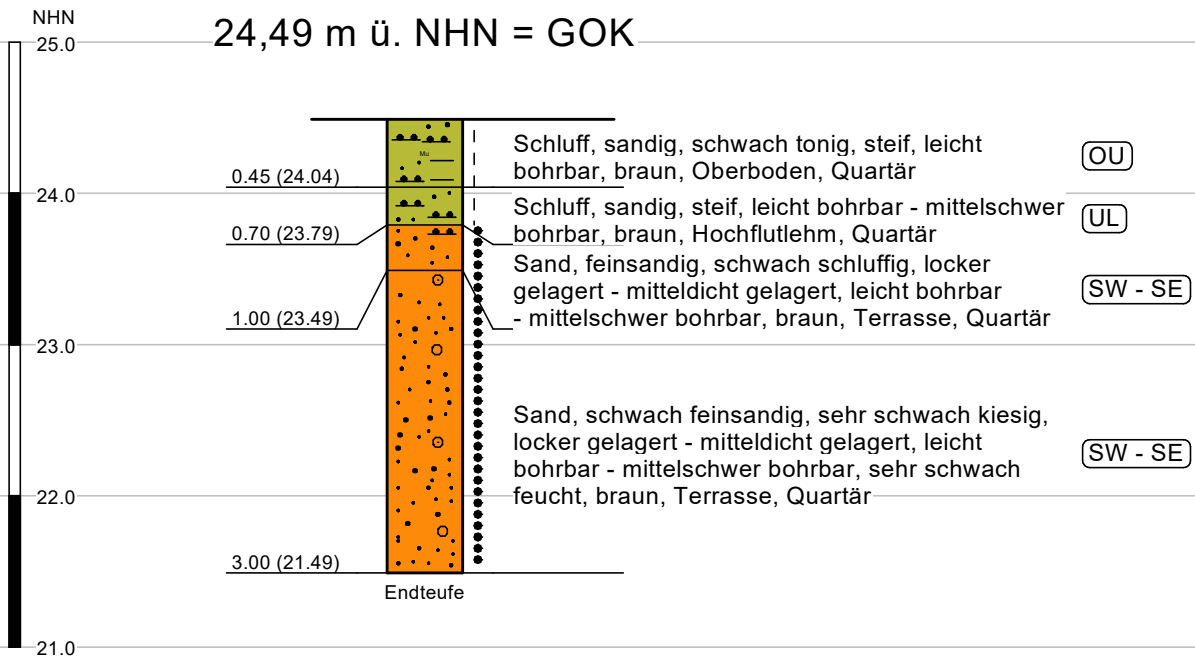
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.6

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 4b

24,49 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten



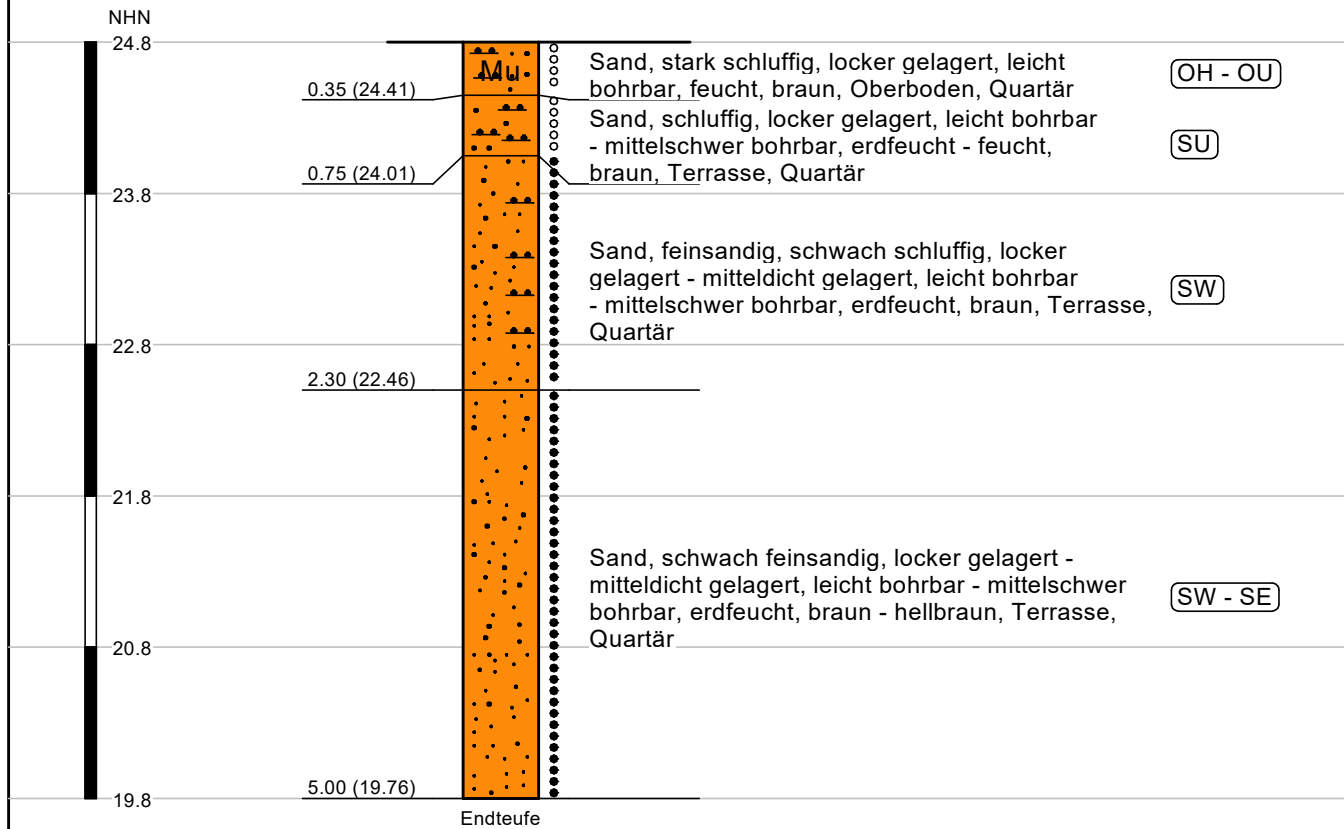
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.7

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 5

24,76 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,6m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | |
|---|---|
|  locker |  Schluff |
|  mitteldicht |  Sand |

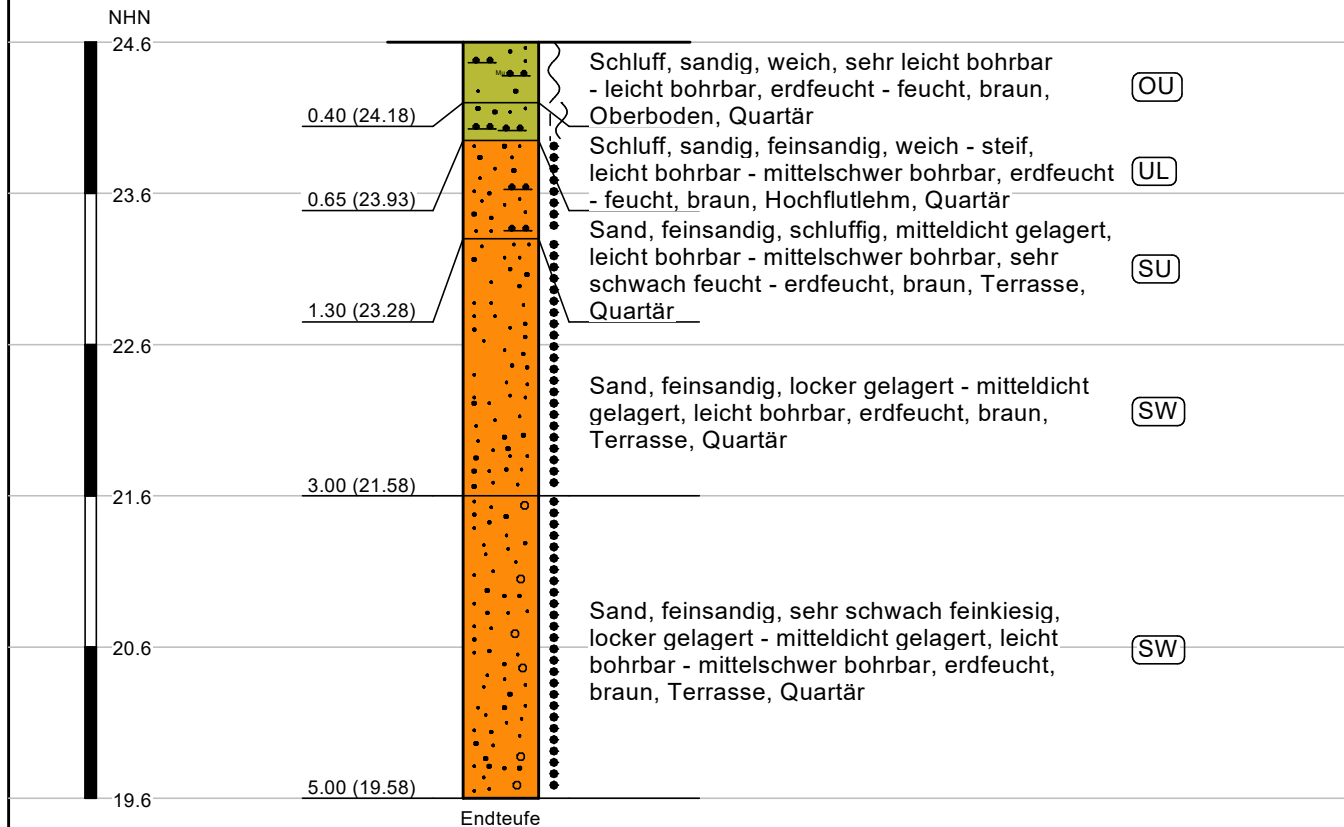
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.8

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50






RKS 6

24,58 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,6m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | weich |  | Sand |
|  | mitteldicht | | |

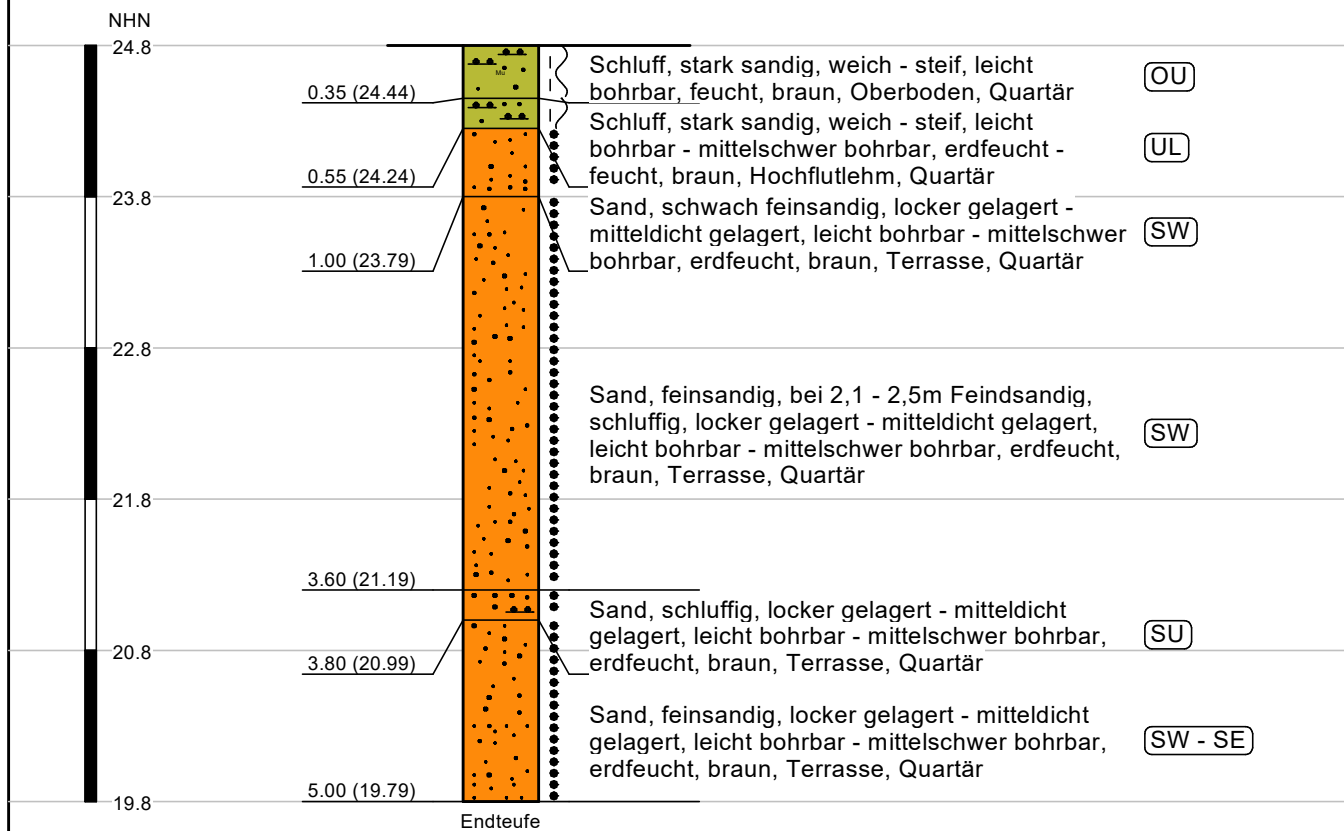
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.9

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 7

24,79 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,8m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | |
|---|---|
|  weich - steif |  Schluff |
|  mitteldicht |  Sand |

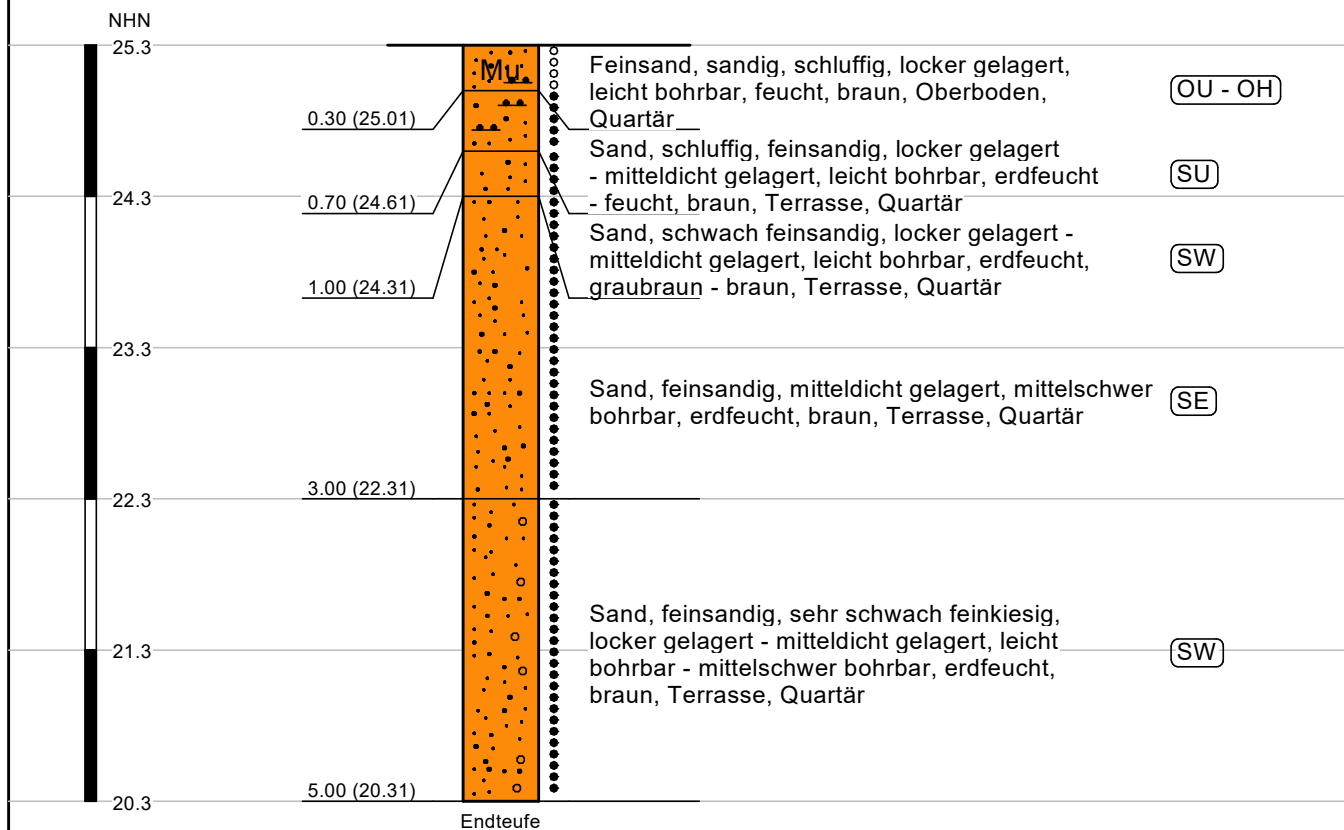
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.10

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50






RKS 8

25,31 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,7m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | |
|---|--|
|  locker |  Schluff |
|  mitteldicht |  Sand |
| |  Feinsand |

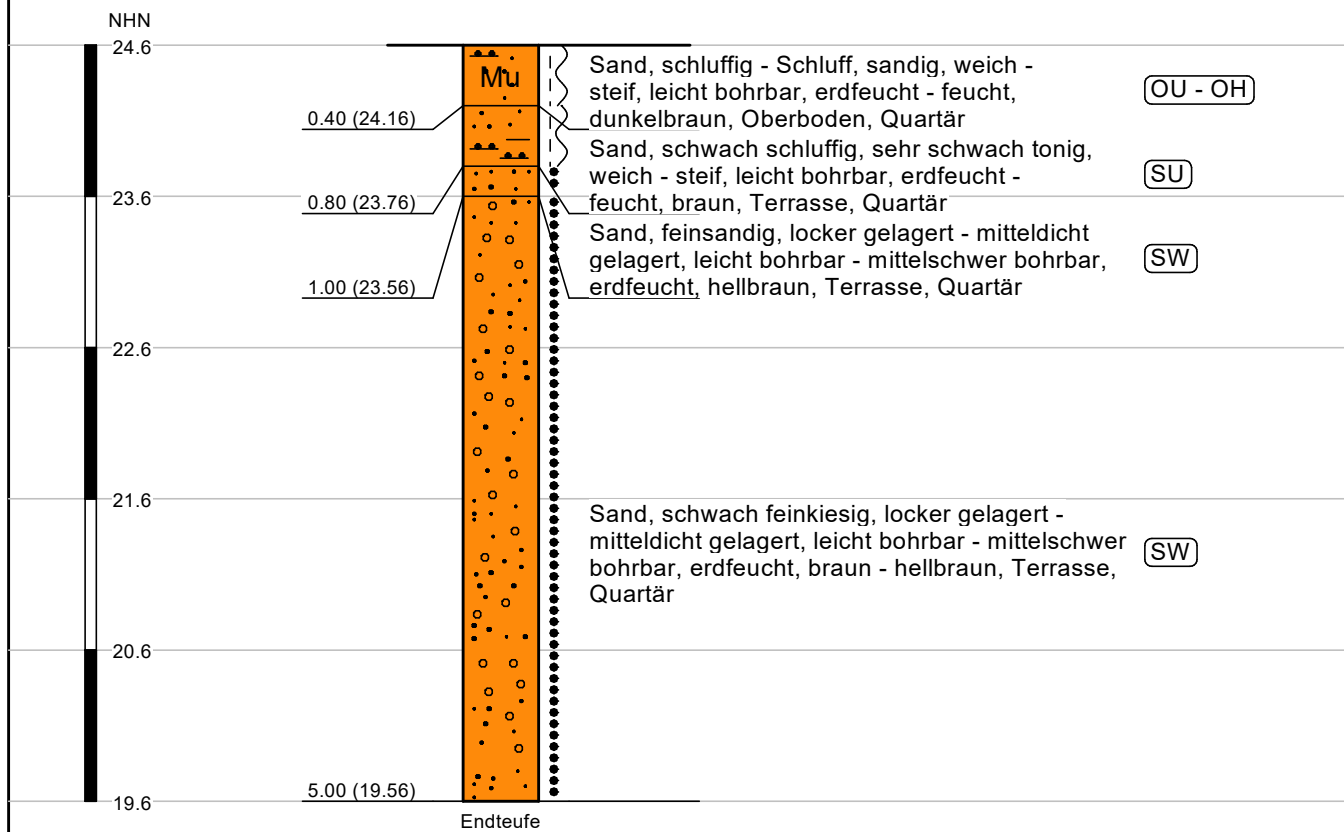
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.11

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 9

24,56 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,75m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |

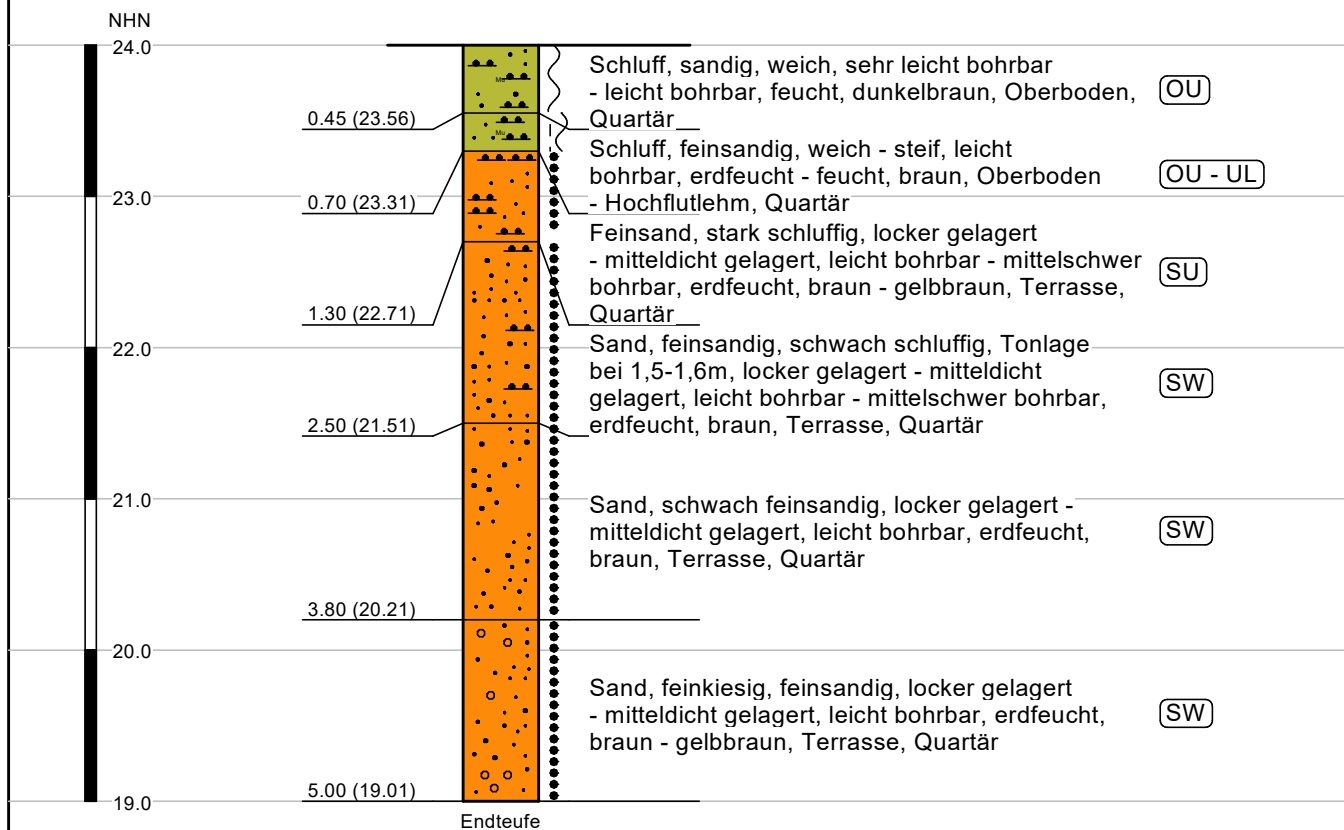
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.12

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50







RKS 10

24,01 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch offen

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|----------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | weich |  | Sand |
|  | mitteldicht |  | Feinsand |

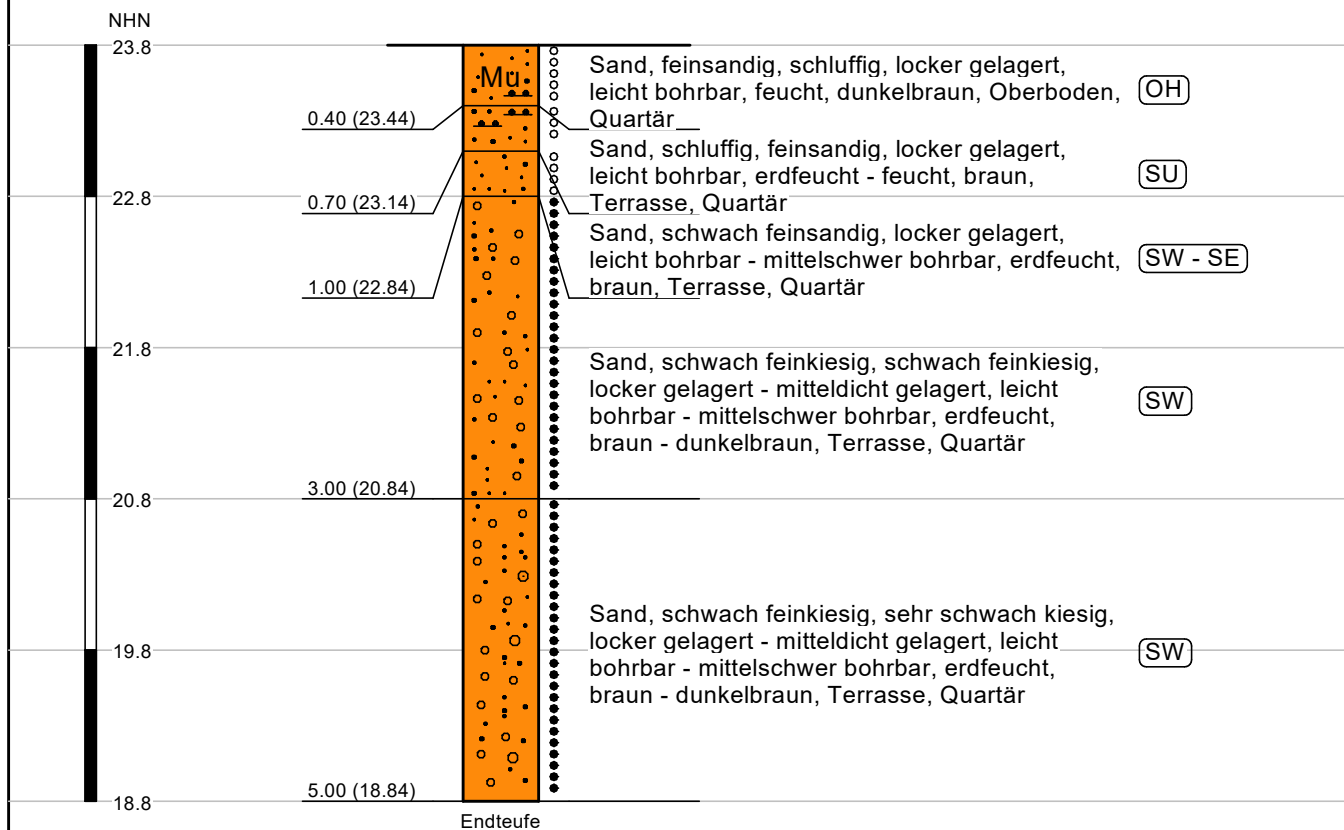
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.13

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 11

23,84 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,55m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|-------------|---|---------|
|  | locker |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |

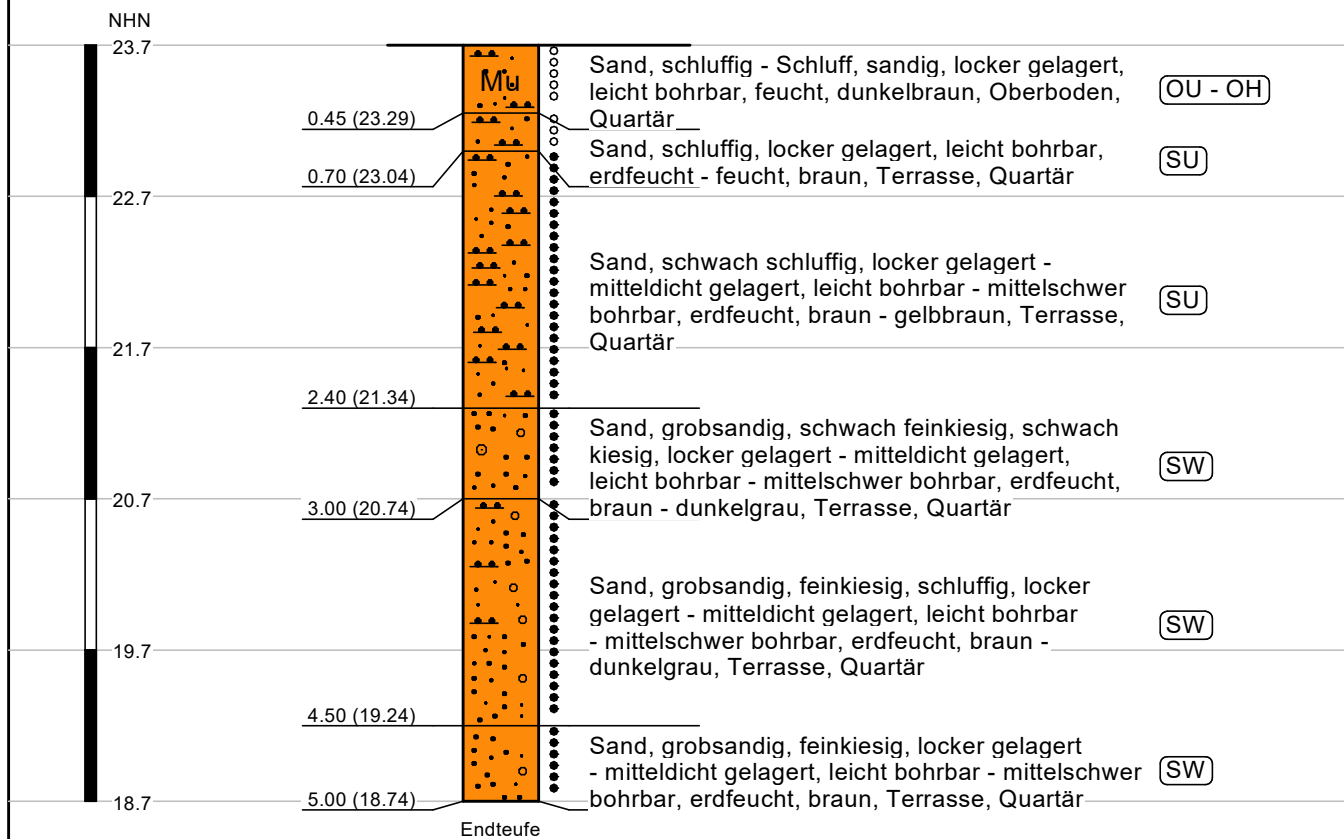
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.14





Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 12

23,74 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|-------------|---|---------|
|  | locker |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |

Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,8m GOK

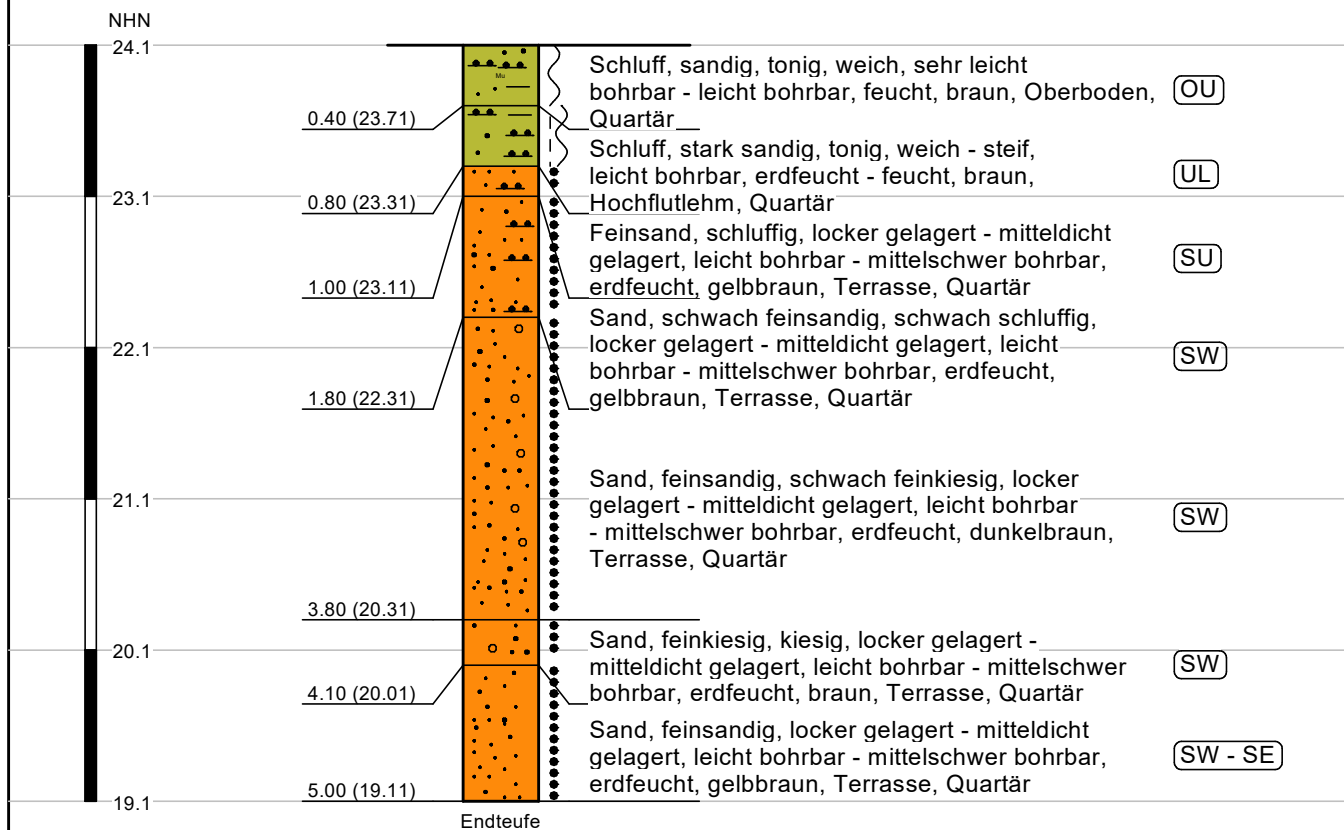
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.15

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50







RKS 13

24,11 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,5m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|----------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | weich |  | Sand |
|  | mitteldicht |  | Feinsand |

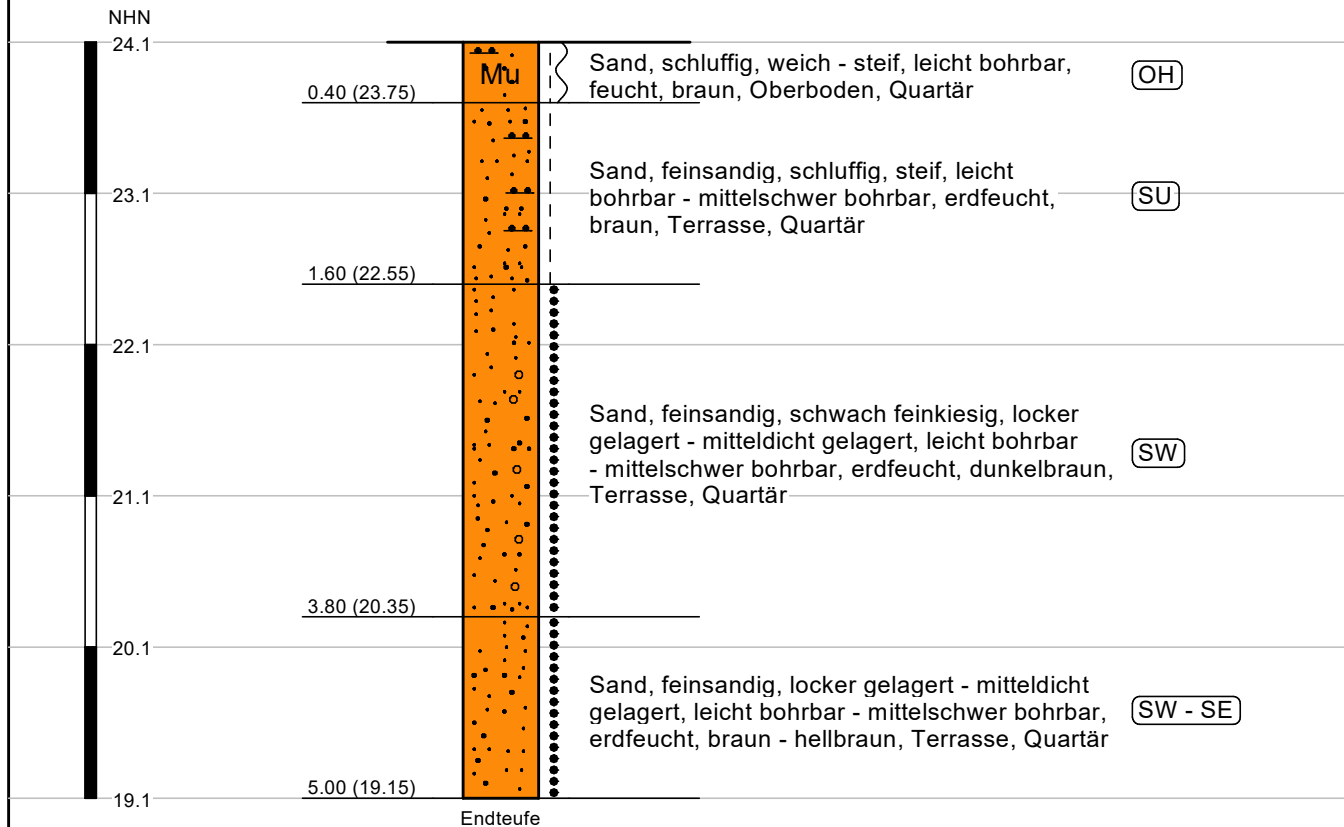
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.16

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 14

24,15 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch offen

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|------|
|  | steif |  | Sand |
|  | weich - steif | | |
|  | mitteldicht | | |

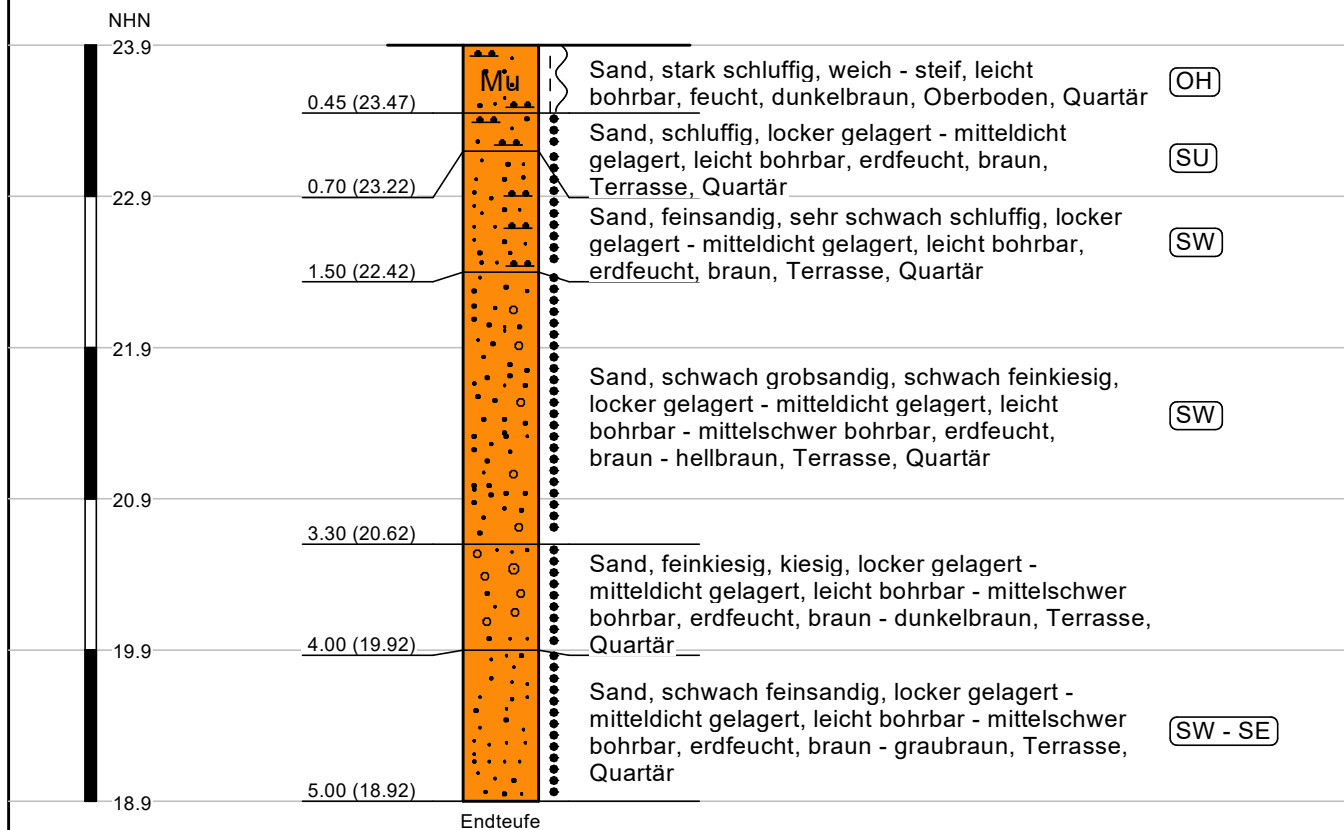
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.17

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 15

23,92 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,75m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |

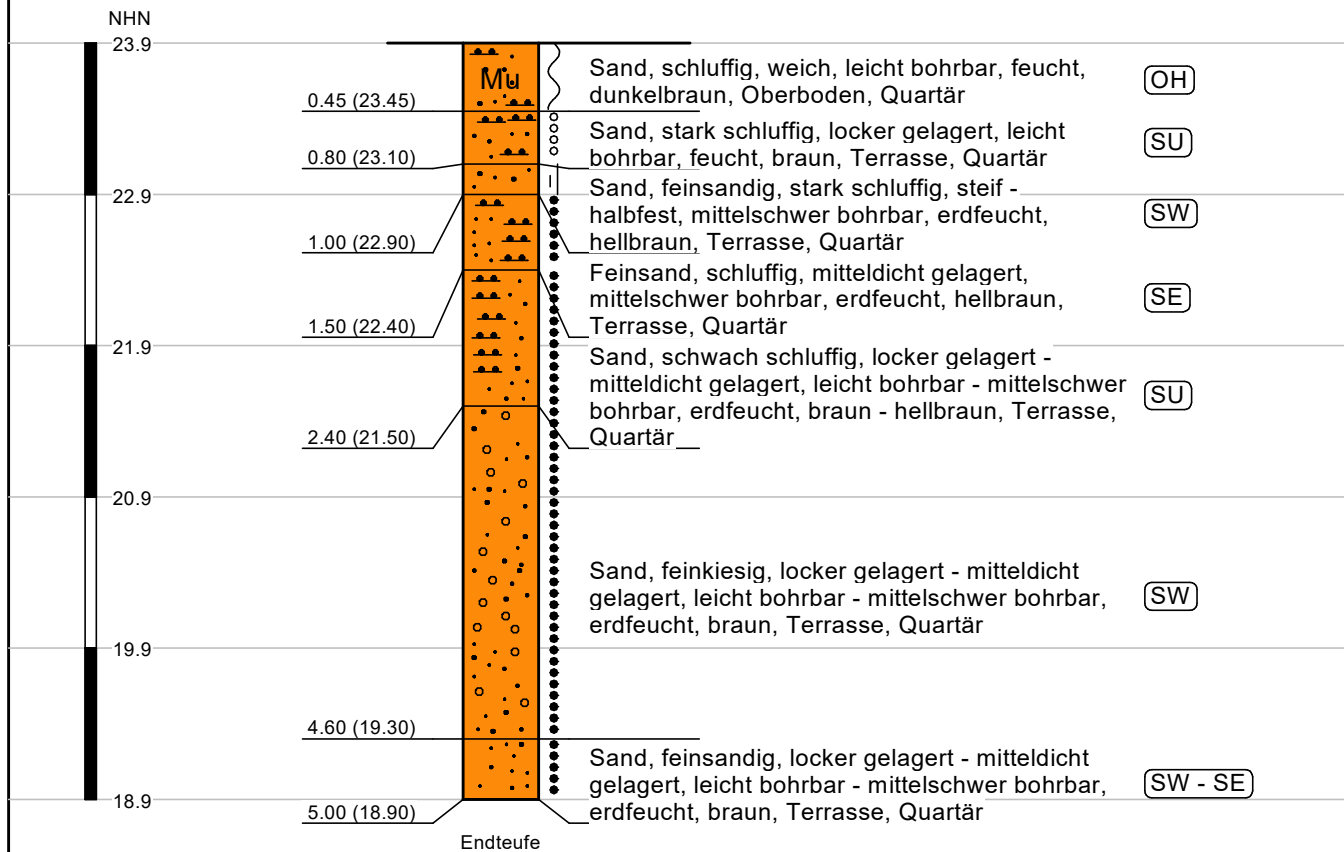
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.18

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50








RKS 16

23,90 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,55m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|------------------|---|----------|
|  | steif - halbfest |  | Schluff |
|  | weich |  | Sand |
|  | locker |  | Feinsand |
|  | mitteldicht | | |

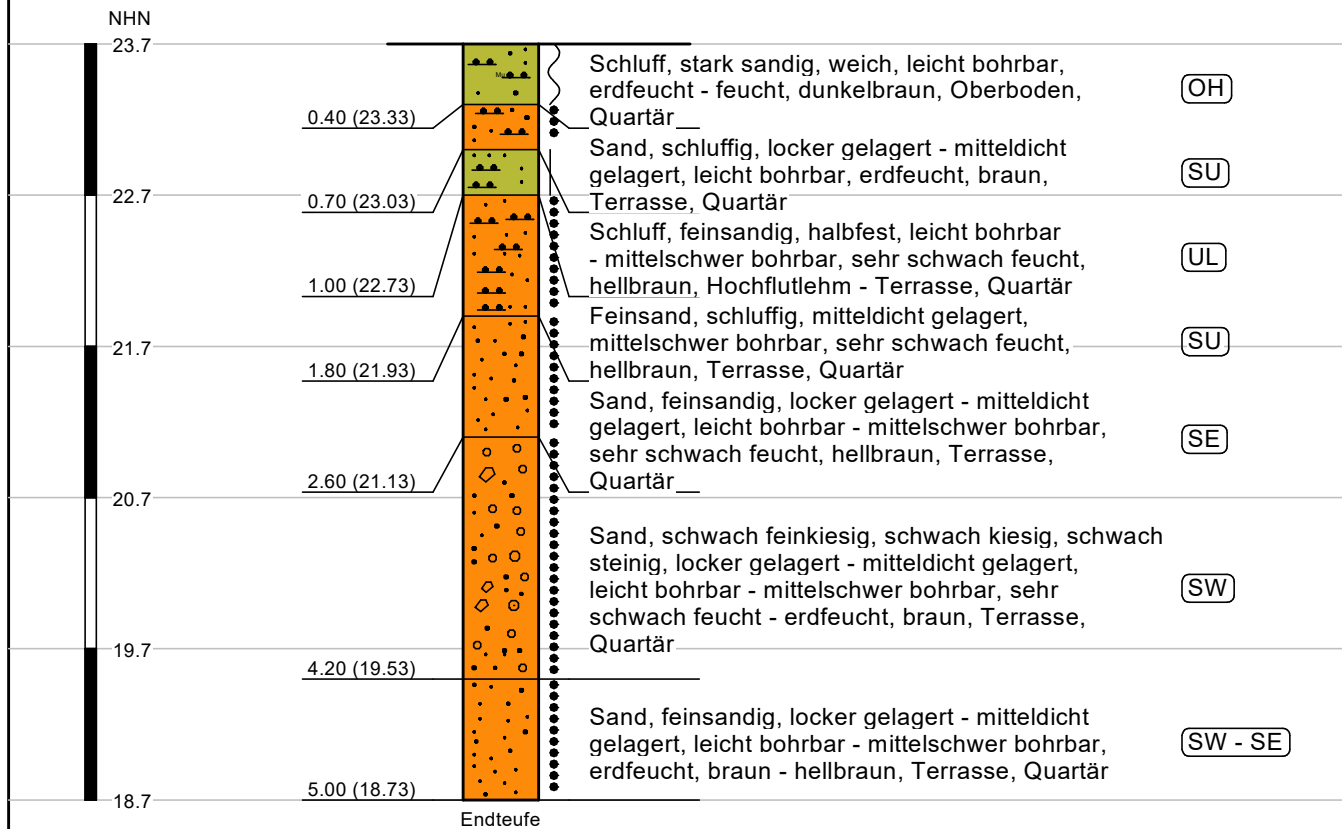
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.19

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50







RKS 17

23,73 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,45m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | |
|---|--|
|  halbfest |  Schluff |
|  weich |  Sand |
|  mitteldicht |  Feinsand |

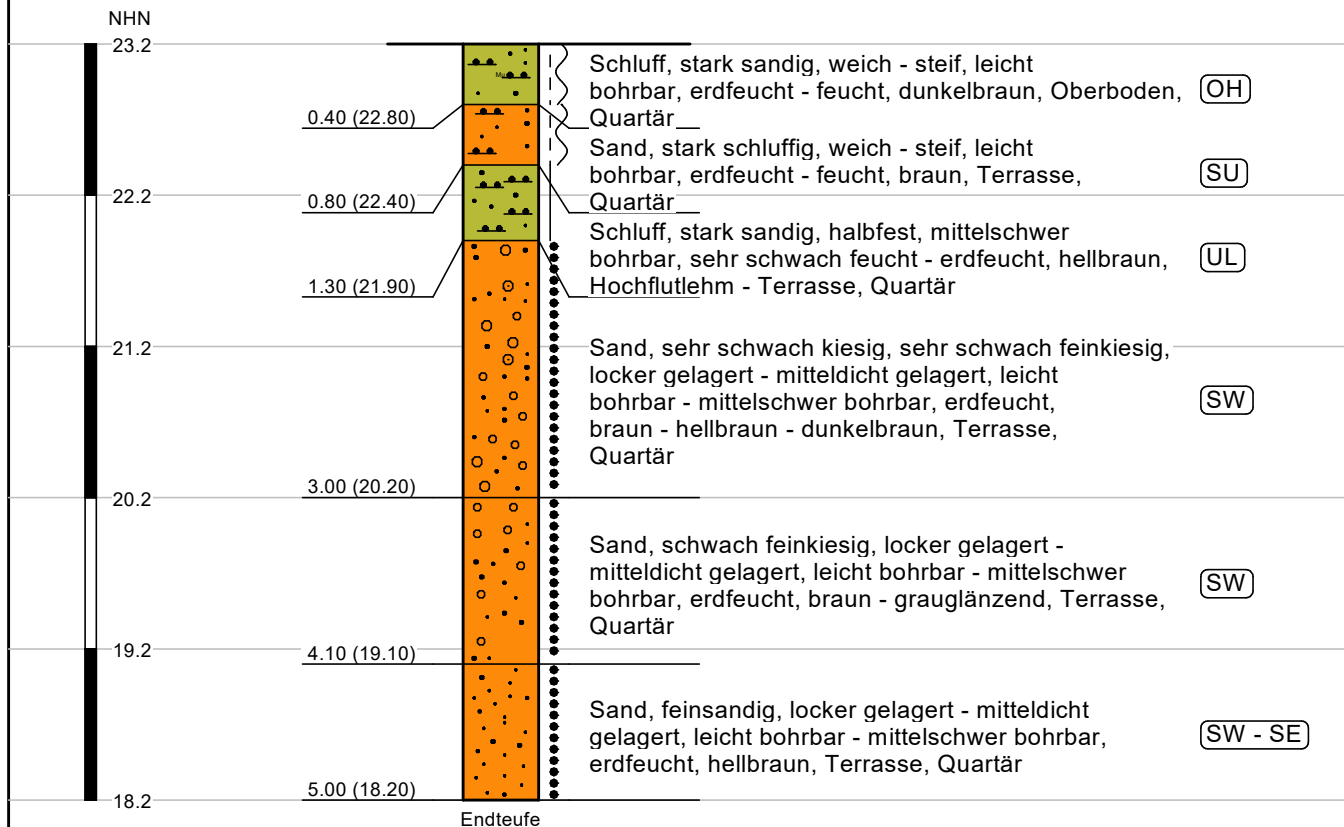
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.20

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50






RKS 18

23,20 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,45m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | halbfest |  | Schluff |
|  | weich - steif |  | Sand |
|  | mitteldicht | | |

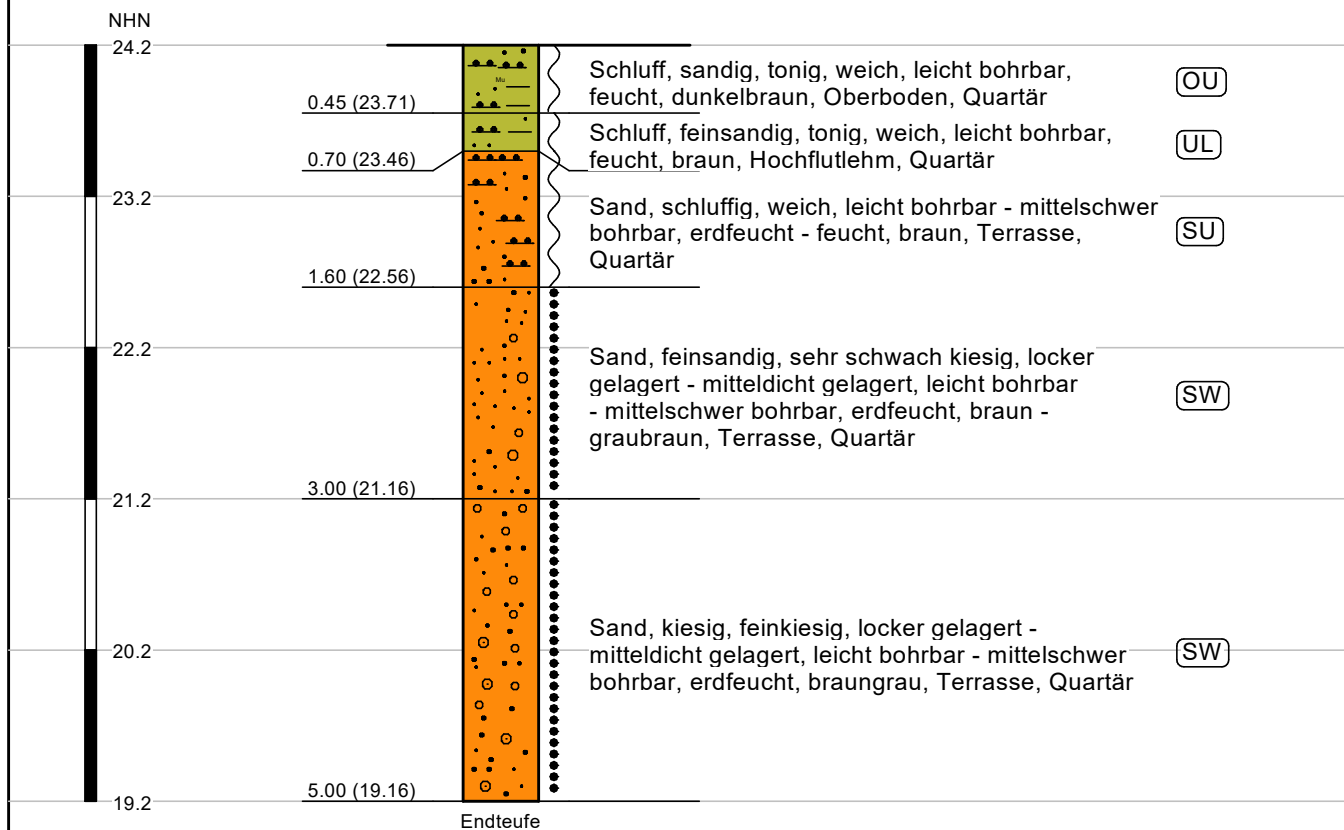
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.21

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50





RKS 19

24,16 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -4,8m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | |
|---|---|
|  weich |  Schluff |
|  mitteldicht |  Sand |

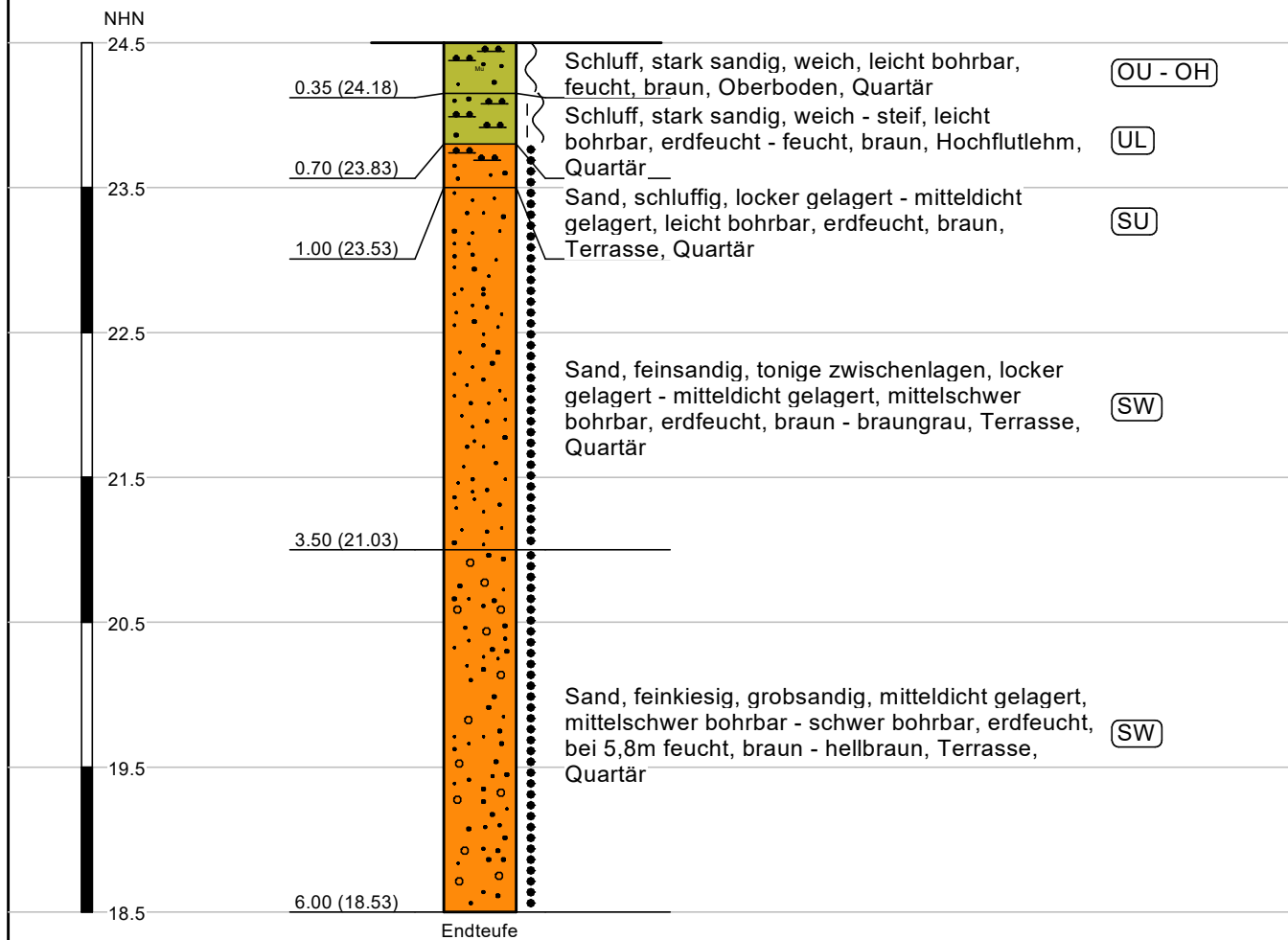
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.22

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50






RKS 23

24,53 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -5,6m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | weich |  | Sand |
|  | mitteldicht | | |

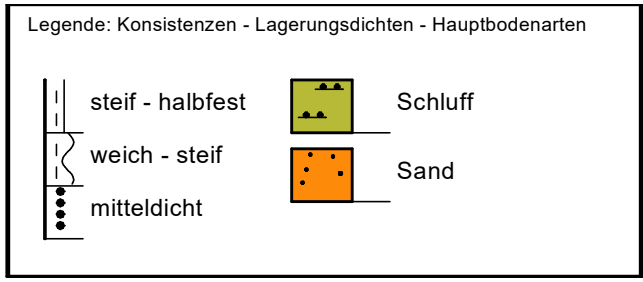
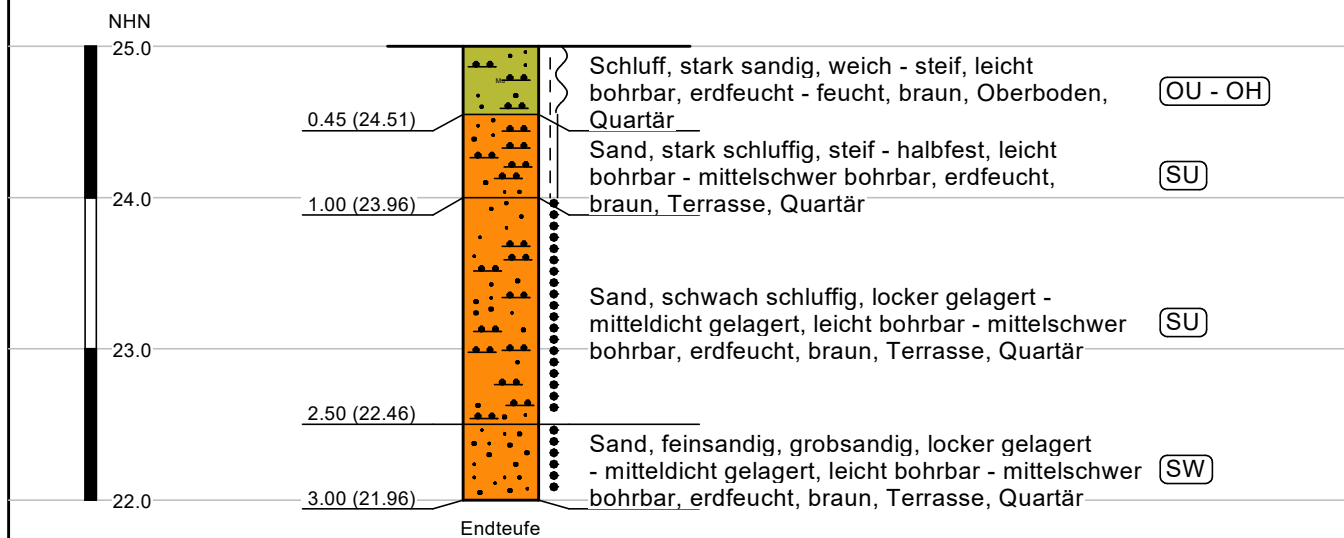
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.23

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 24

24,96 m ü. NHN = GOK



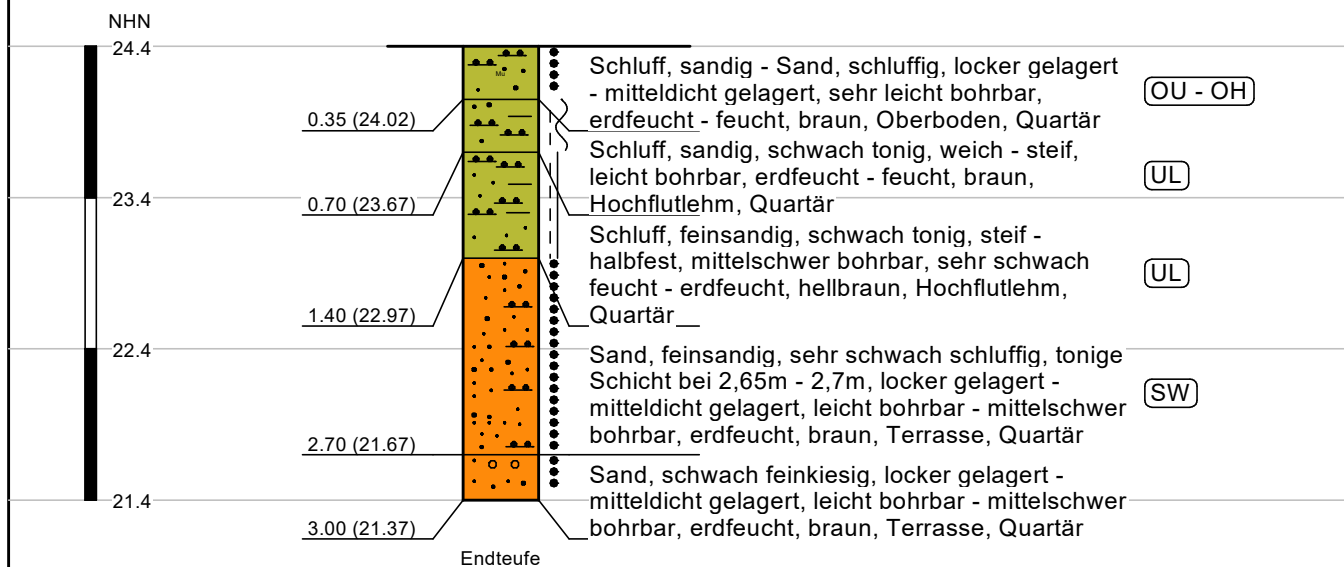
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.24






Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 25

24,37 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|------------------|---|---------|
|  | steif - halbfest |  | Schluff |
|  | weich - steif |  | Sand |
|  | mitteldicht | | |

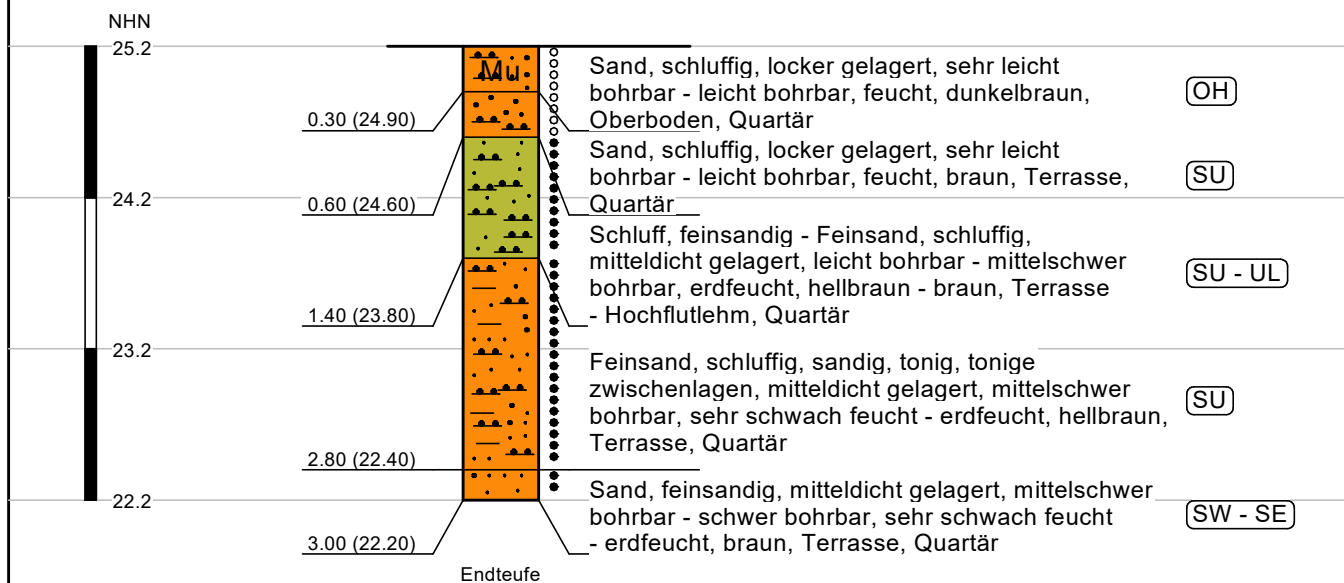
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.25






Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 26

25,20 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|-------------|---|----------|
|  | locker |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |
| | |  | Feinsand |

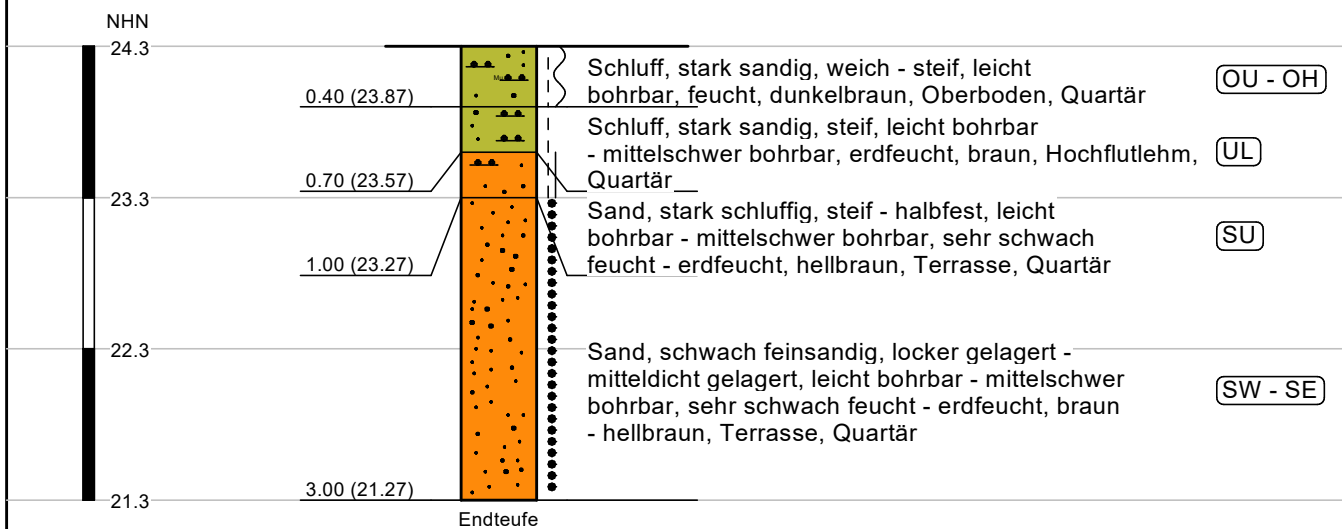
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.26

Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50







RKS 27

24,27 m ü. NHN = GOK



Hinweis:
 Bohrloch zugefallen bei -2,75m GOK

Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|------------------|---|---------|
|  | steif - halbfest |  | Schluff |
|  | steif |  | Sand |
|  | weich - steif | | |
|  | mitteldicht | | |

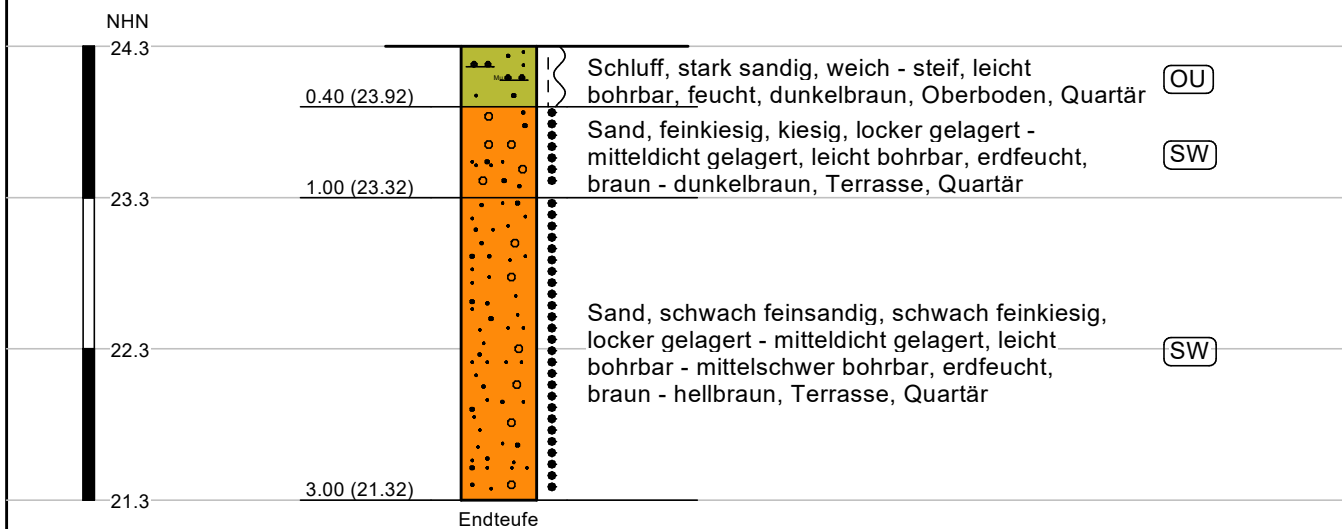
Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 2.28





Profil einer Rammkernsondierung
 Maßstab der Höhe ca.: 1:50

RKS 29

24,32 m ü. NHN = GOK



Legende: Konsistenzen - Lagerungsdichten - Hauptbodenarten

| | | | |
|---|---------------|---|---------|
|  | weich - steif |  | Schluff |
|  | mitteldicht |  | Sand |



Anlage 3.1 – 3.11

Datenblätter der Körnungslinien

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 29.08.2022

Körnungslinie

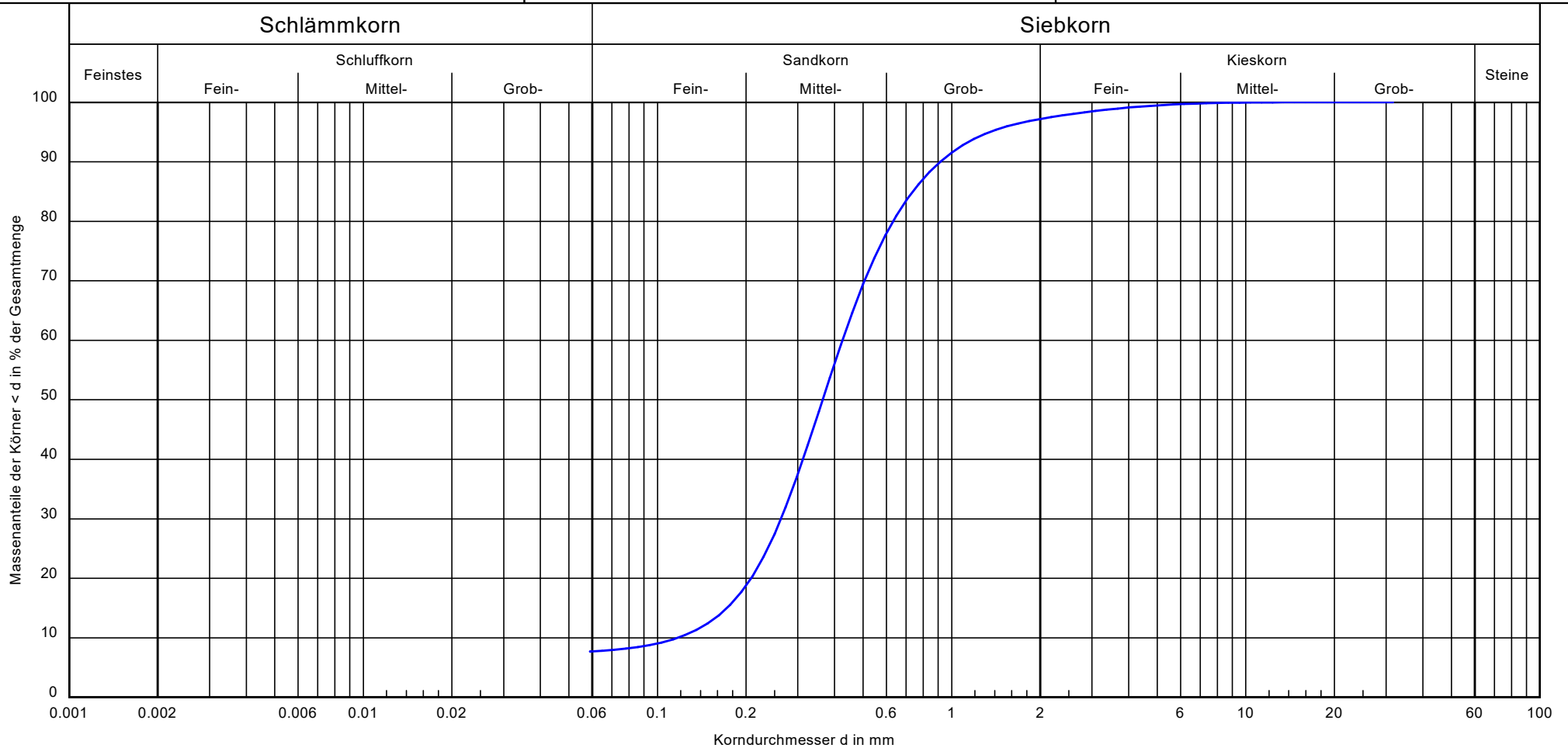
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 23.-24.08.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, gs, u', fs' |
| Entnahmestelle: | RKS |
| Tiefe: | 1,5-3,0 |
| U/Cc | 3.6/1.4 |
| k [m/s] (Hazen): | $1.6 \cdot 10^{-4}$ |
| T/U/S/G [%]: | - /7./89.5/2.8 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.1

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 29.08.2022

Körnungslinie

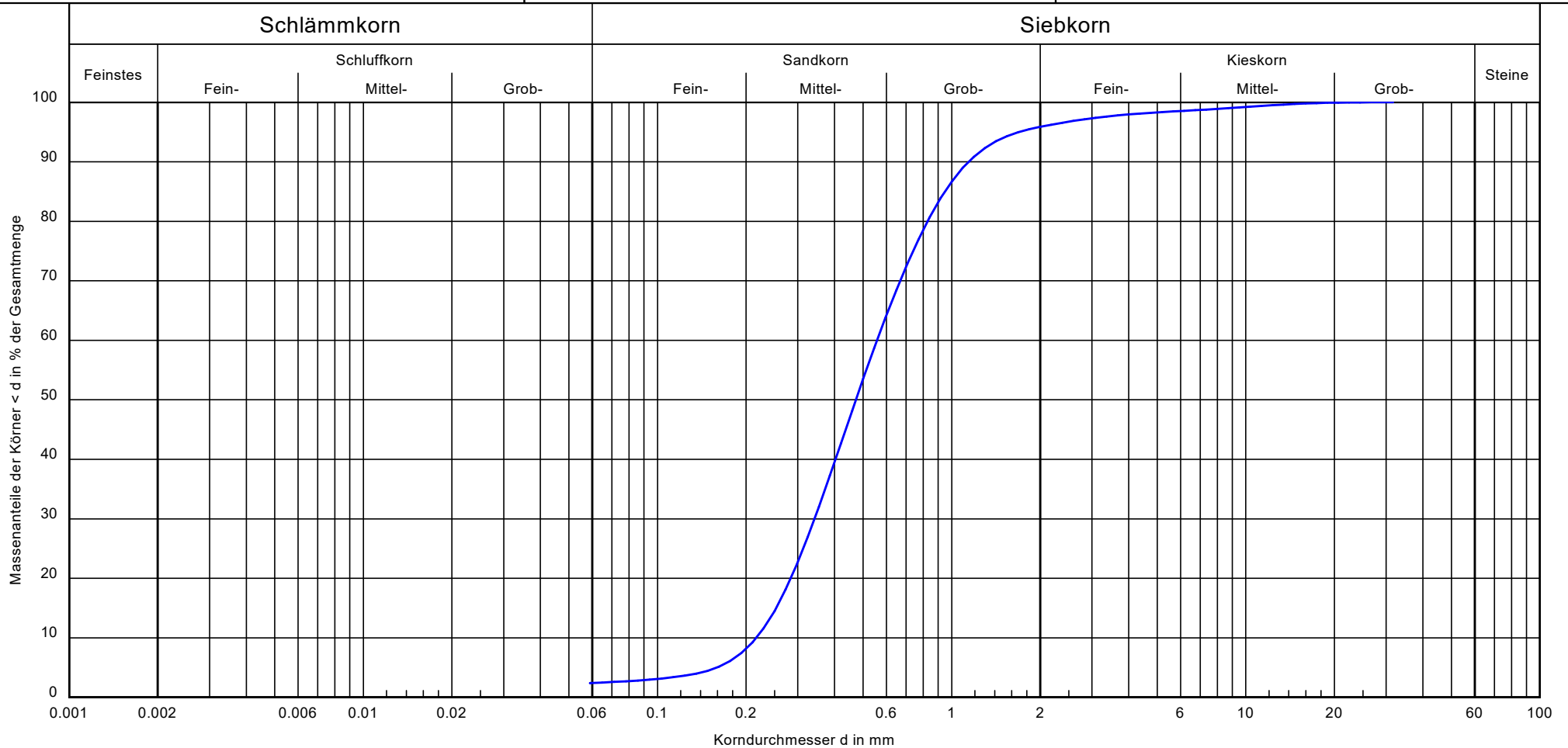
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 23.-24.08.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, gS, fs' |
| Entnahmestelle: | RKS 2 |
| Tiefe: | 1,5-3,0 |
| U/Cc | 2.6/1.0 |
| k [m/s] (Hazen): | $5.4 \cdot 10^{-4}$ |
| T/U/S/G [%]: | - /2.4/93.4/4.1 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.2

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 29.08.2022

Körnungslinie

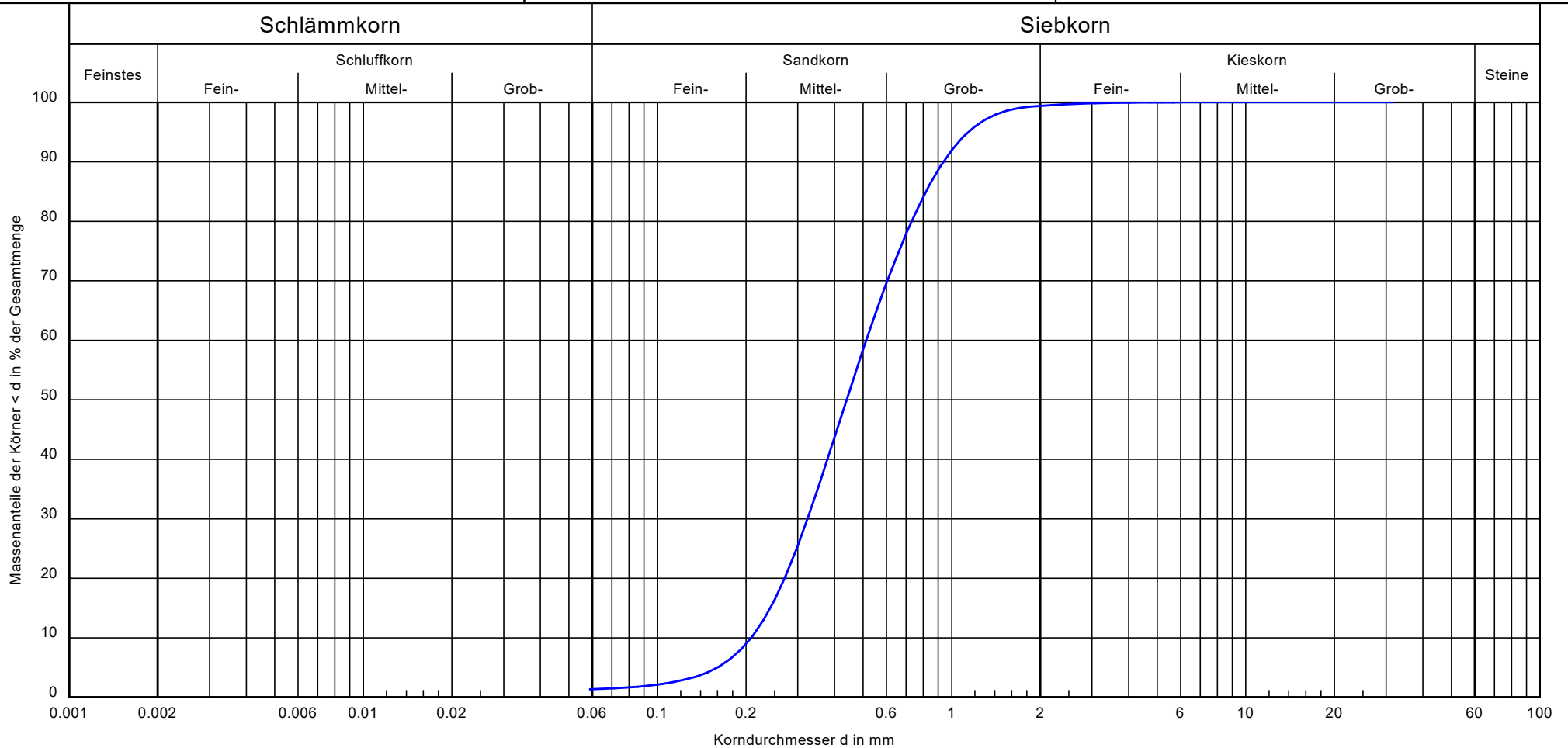
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 23.-24.08.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, gs, fs' |
| Entnahmestelle: | RKS 3 |
| Tiefe: | 1,0-3,0 |
| U/Cc | 2.5/1.0 |
| k [m/s] (Hazen): | $5.0 \cdot 10^{-4}$ |
| T/U/S/G [%]: | - /1.4/98.0/0.6 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.3

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 29.08.2022

Körnungslinie

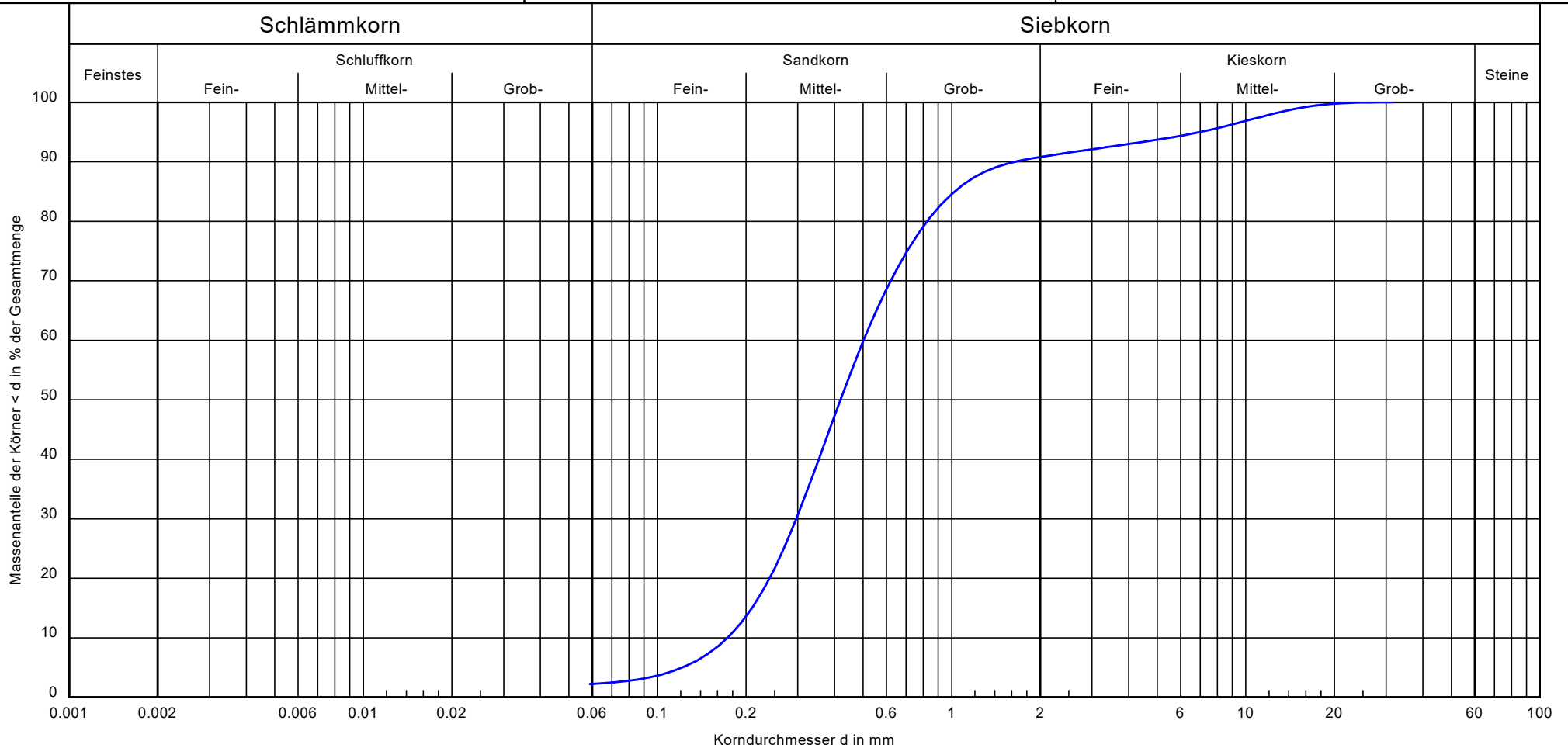
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 23.-24.08.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, gs, fs', mg' |
| Entnahmestelle: | RKS 4 |
| Tiefe: | 4,0-7,0 |
| U/Cc | 2.9/1.0 |
| k [m/s] (Hazen): | $3.4 \cdot 10^{-4}$ |
| T/U/S/G [%]: | - /2.2/88.6/9.2 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.4

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

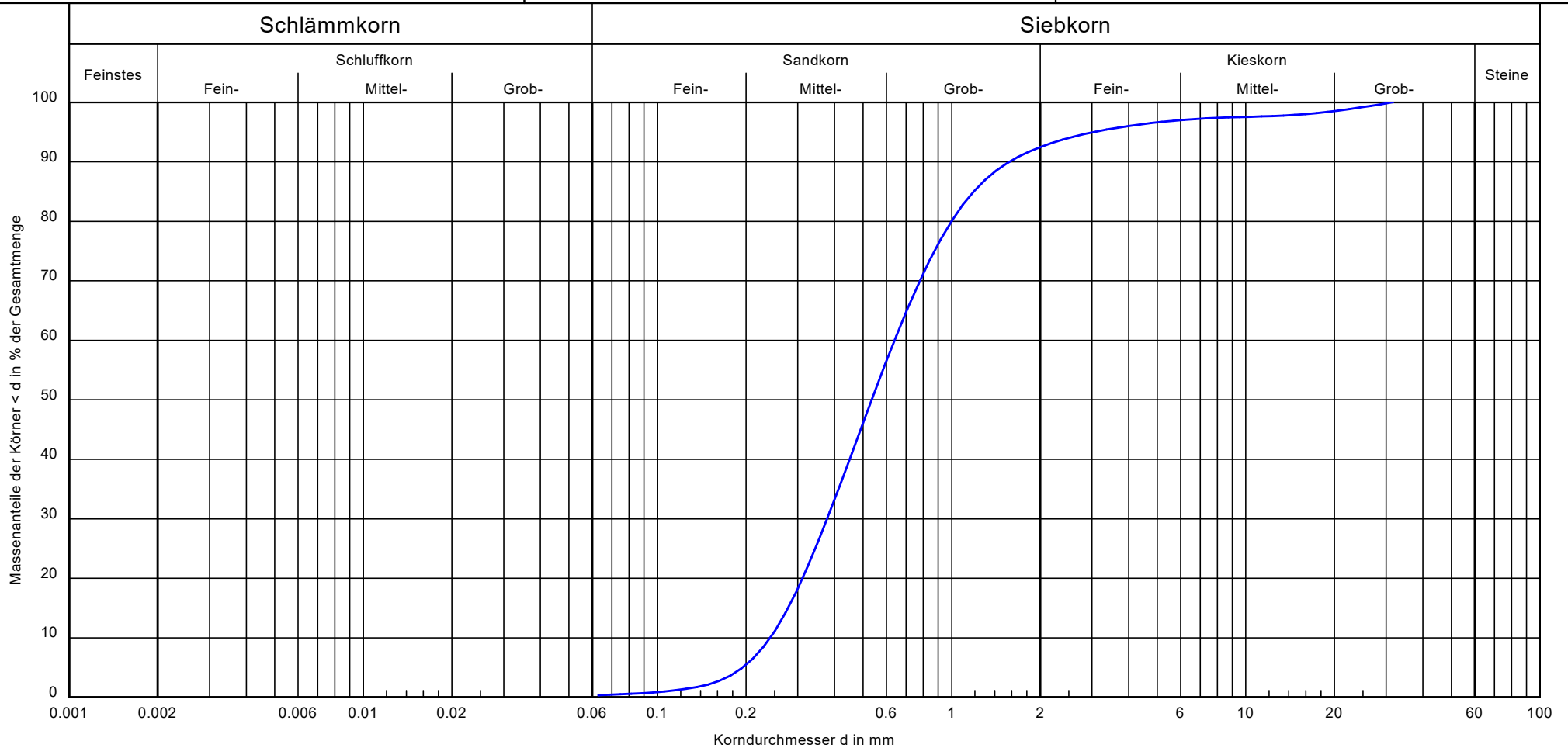
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, g \bar{s} , g', fs' |
| Entnahmestelle: | RKS 9 |
| Tiefe: | 1,0-3,0 |
| U/Cc | 2.7/0.9 |
| k [m/s] (Hazen): | 6.7 · 10 ⁻⁴ |
| T/U/S/G [%]: | - / - / 92.5 / 7.5 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.5

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

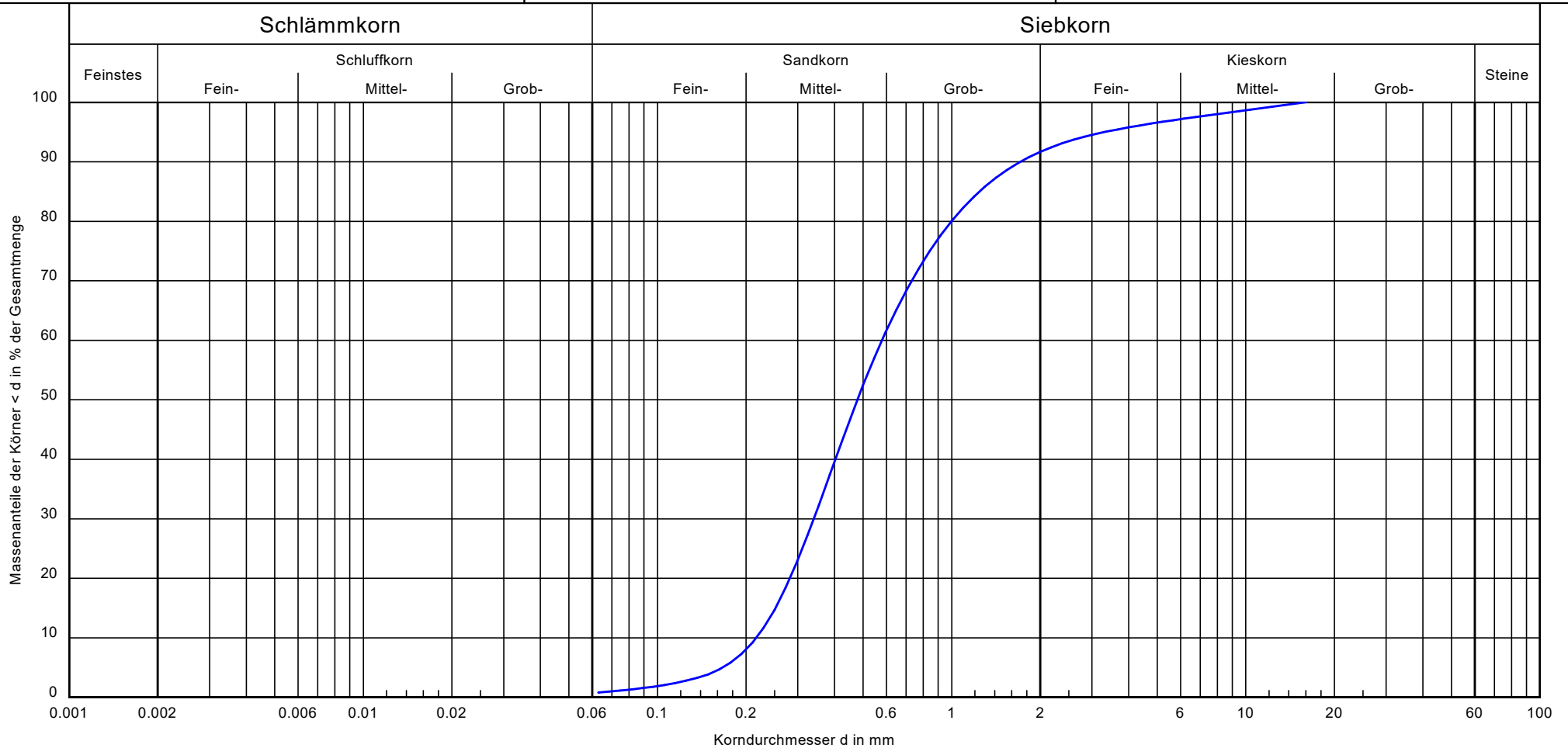
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|----------------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, g \bar{s} , fs', fg' |
| Entnahmestelle: | RKS 13 |
| Tiefe: | 3,0-5,0 |
| U/Cc | 2.7/0.9 |
| k [m/s] (Hazen): | 5.4 · 10 ⁻⁴ |
| T/U/S/G [%]: | - / - /91.7/8.3 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.6

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

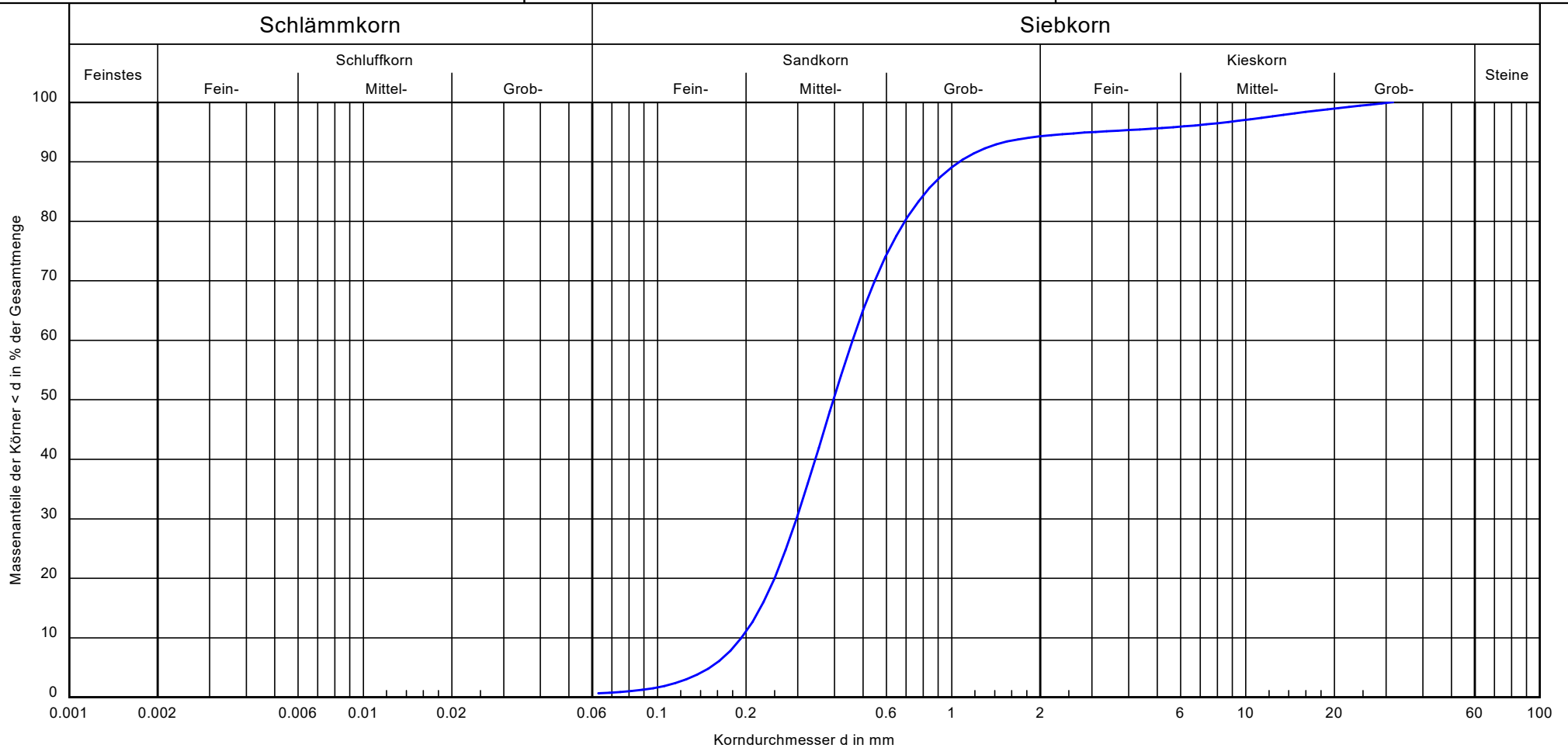
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



Bezeichnung:

Bodenart: mS, gs, g', fs'

Entnahmestelle: RKS 23

Tiefe: 1,0-3,2

U/Cc: 2.4/1.0

k [m/s] (Hazen): $4.3 \cdot 10^{-4}$

T/U/S/G [%]: - / - /94.3/5.7

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.7

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

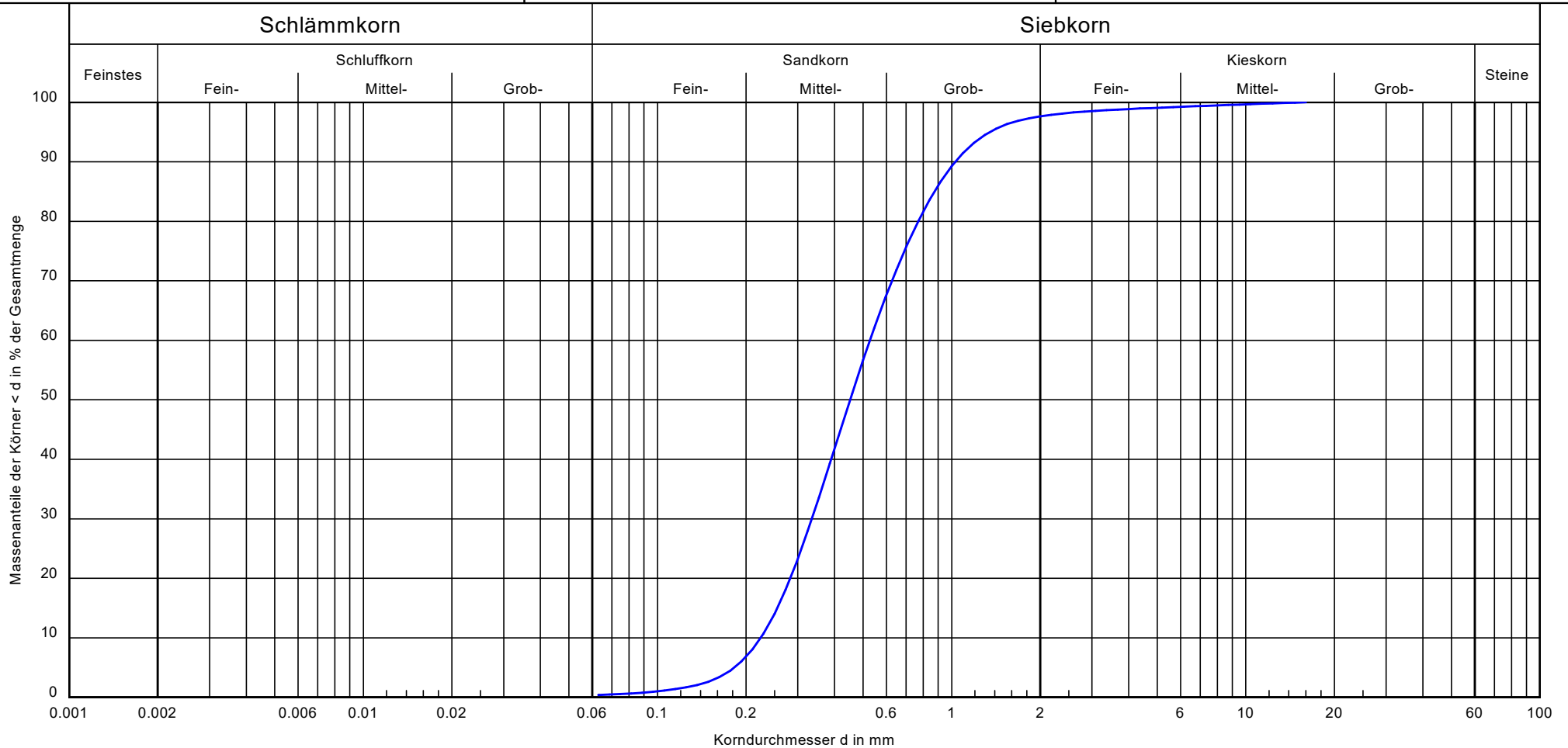
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



Bezeichnung:

Bodenart:

Entnahmestelle:

Tiefe:

U/Cc

k [m/s] (Hazen):

T/U/S/G [%]:

mS, g \bar{s} , fs'

RKS 24

2,0-3,0

2.4/0.9

$5.8 \cdot 10^{-4}$

- / - /97.6/2.4

Bemerkungen:

Bericht:
 221311
 Anlage:
 3 8

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: sh

Datum: 08.12.2022

Körnungslinie

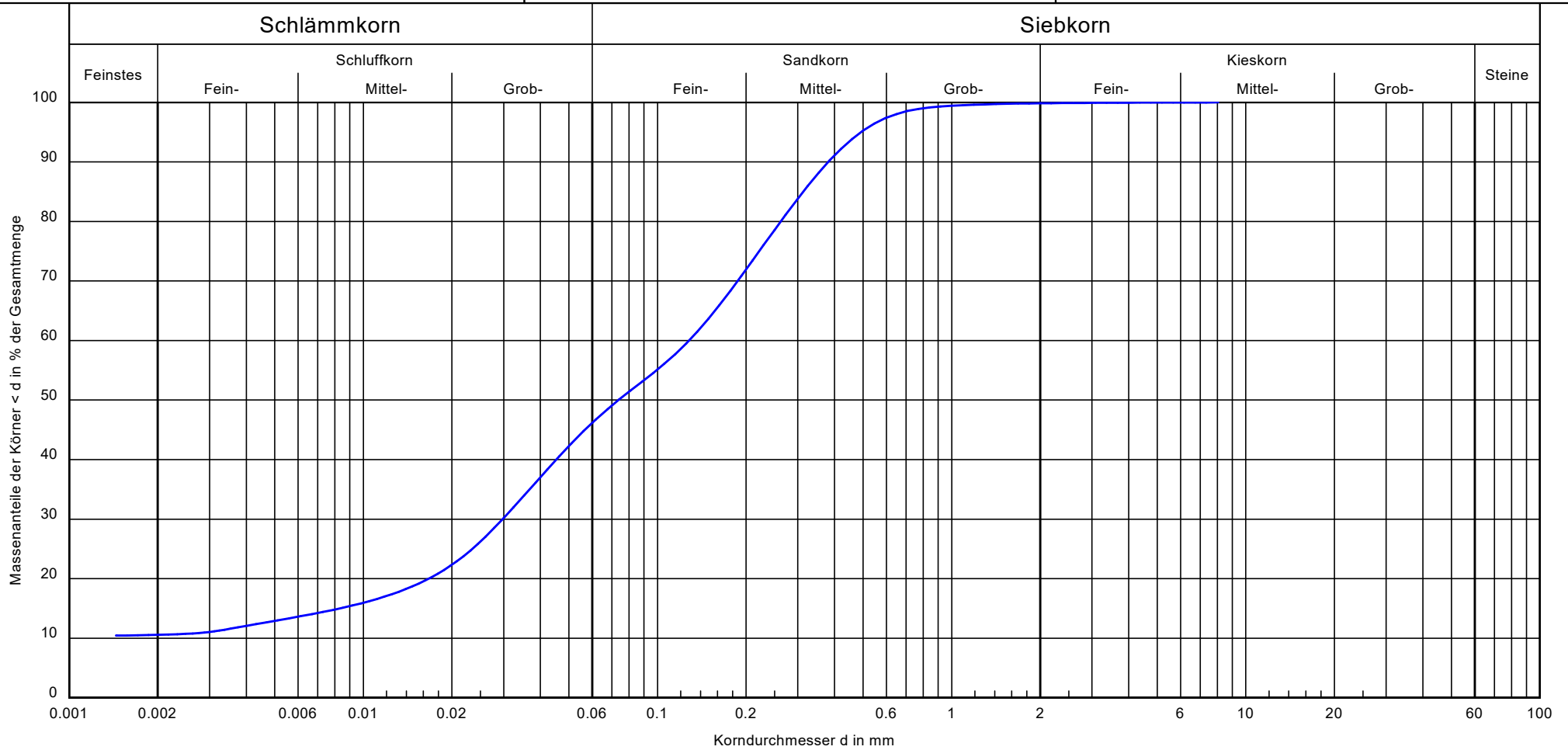
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|--------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | S, ū, t' |
| Entnahmestelle: | RKS 26 |
| Tiefe: | 1,0 - 3,0 |
| U/Cc | -/- |
| k [m/s] (Hazen): | - |
| T/U/S/G [%]: | 10.6/35.6/53.7/0.2 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.9

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

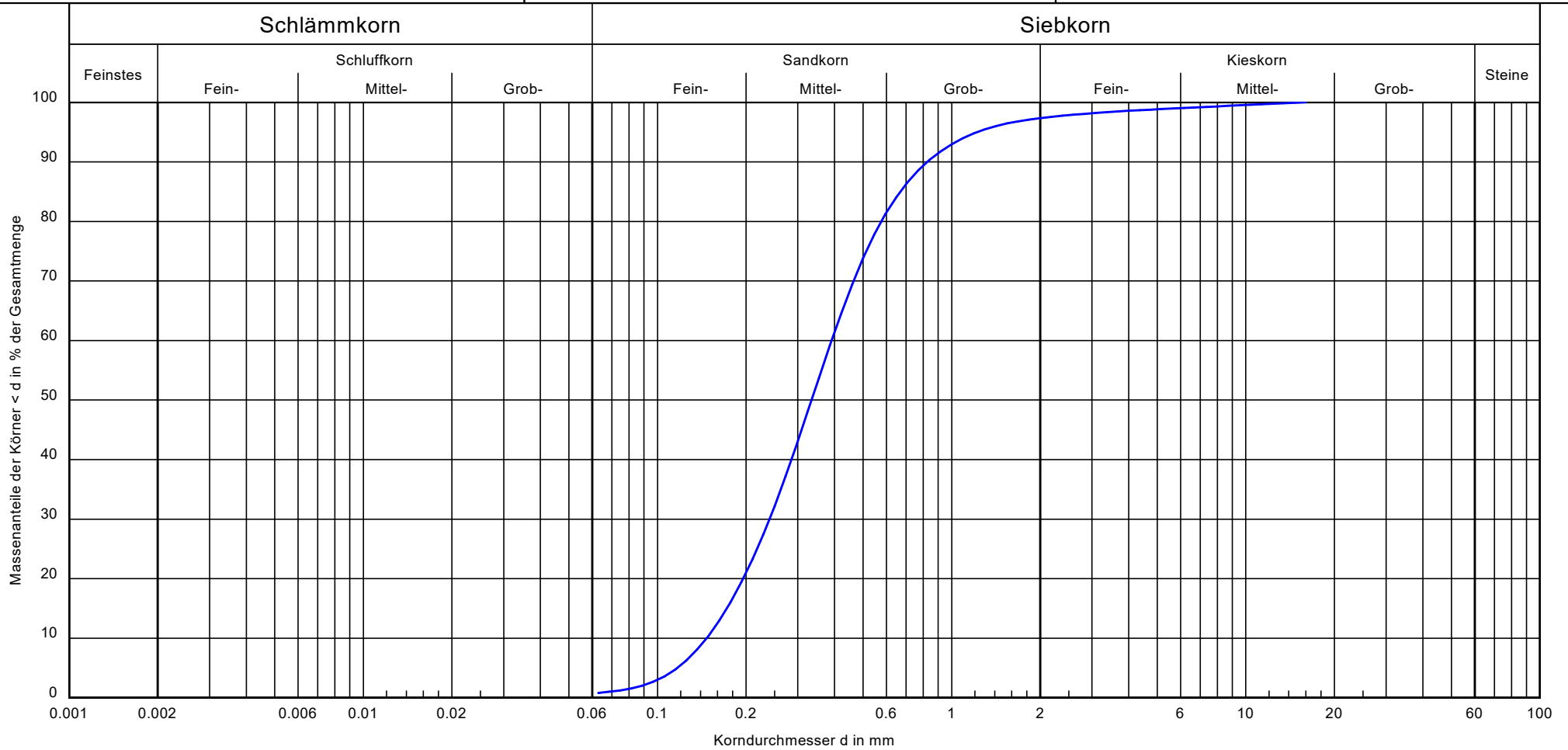
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|---------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, fs, gs |
| Entnahmestelle: | RKS 27 |
| Tiefe: | 1,0-3,0 |
| U/Cc | 2.7/1.0 |
| k [m/s] (Hazen): | $2.5 \cdot 10^{-4}$ |
| T/U/S/G [%]: | - / - / 97.3/2.7 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.10

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG

Glockenplatz 1 • 34388 Trendelburg
Tel. 0 56 71 - 7 97 0 • eMail. info@bbu-schubert.de

Bearbeiter: mk

Datum: 06.12.2022

Körnungslinie

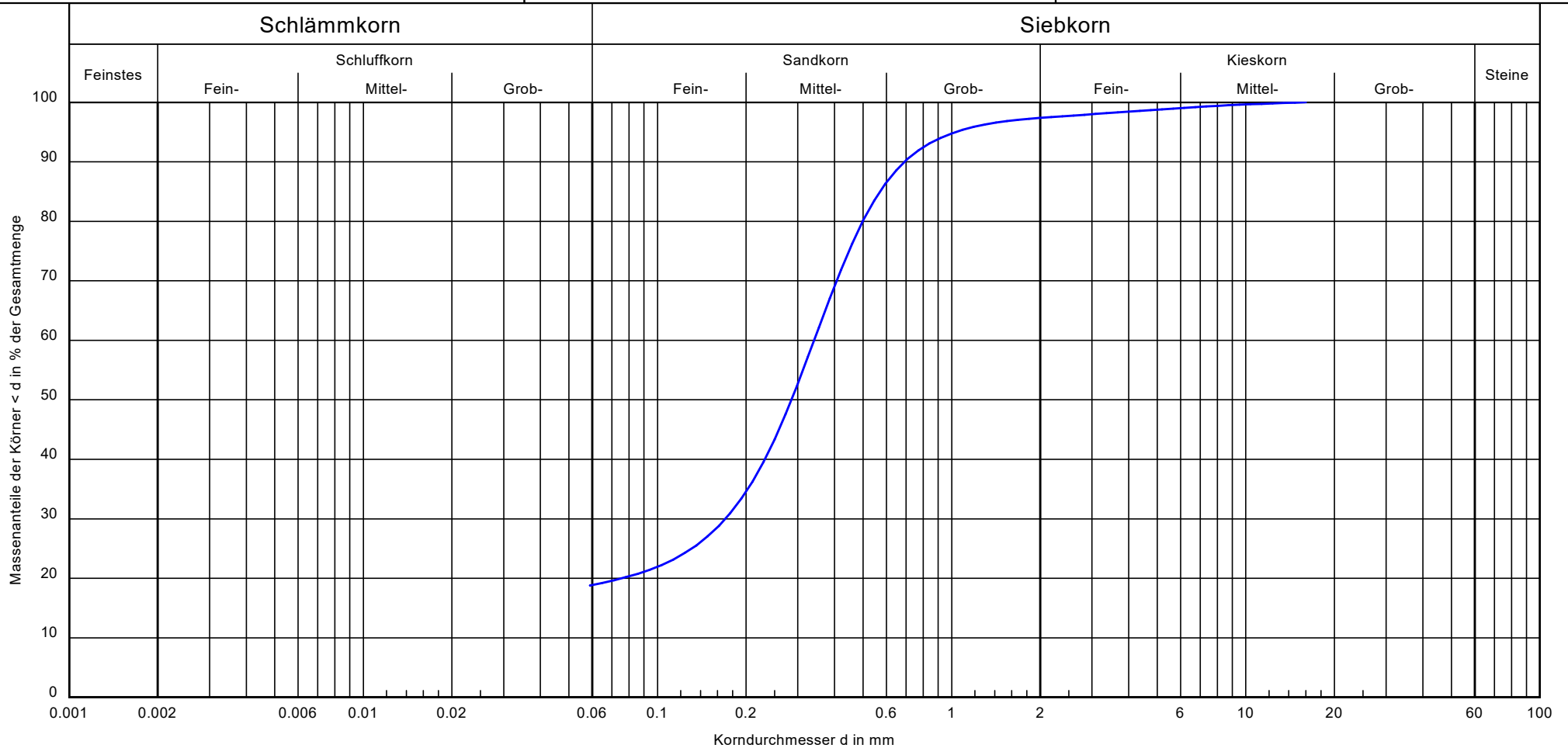
Voerde

Projektnummer: 221311

Probe entnommen am: 29.11.-2.12.2022

Art der Entnahme:

Siebungsart: Siebanalyse



| | |
|------------------|------------------|
| Bezeichnung: | |
| Bodenart: | mS, u, fs, gs' |
| Entnahmestelle: | RKS 28 |
| Tiefe: | 1,2-3,0 |
| U/Cc | -/- |
| k [m/s] (Hazen): | - |
| T/U/S/G [%]: | - /18.9/78.5/2.6 |

Bemerkungen:

Bericht: 221311
 Anlage: 3.11



Anlage 4.1 – 4.18

Ergebnisse der Rammsondierungen

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.1

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

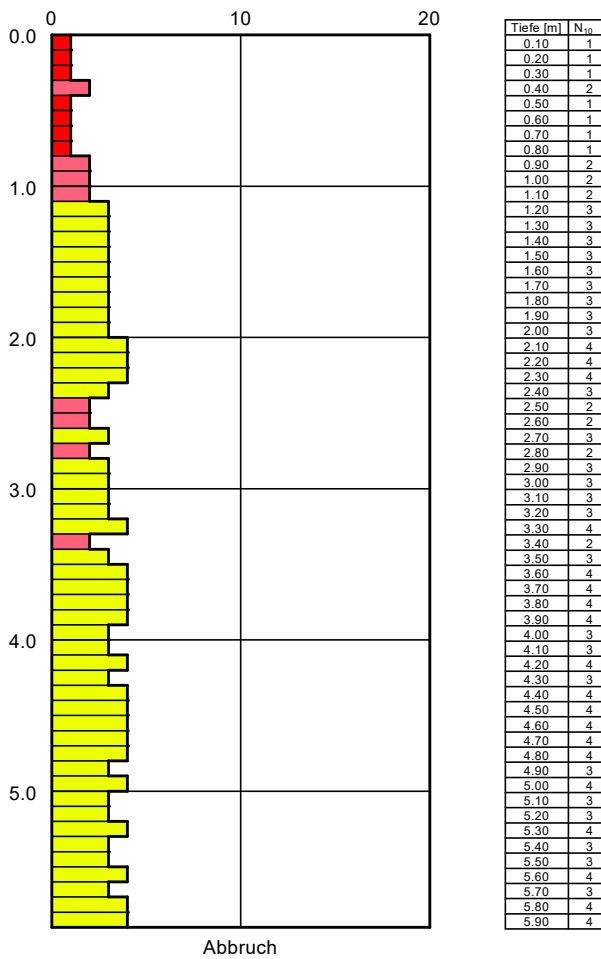
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 5

24,76 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -5,8m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.2

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

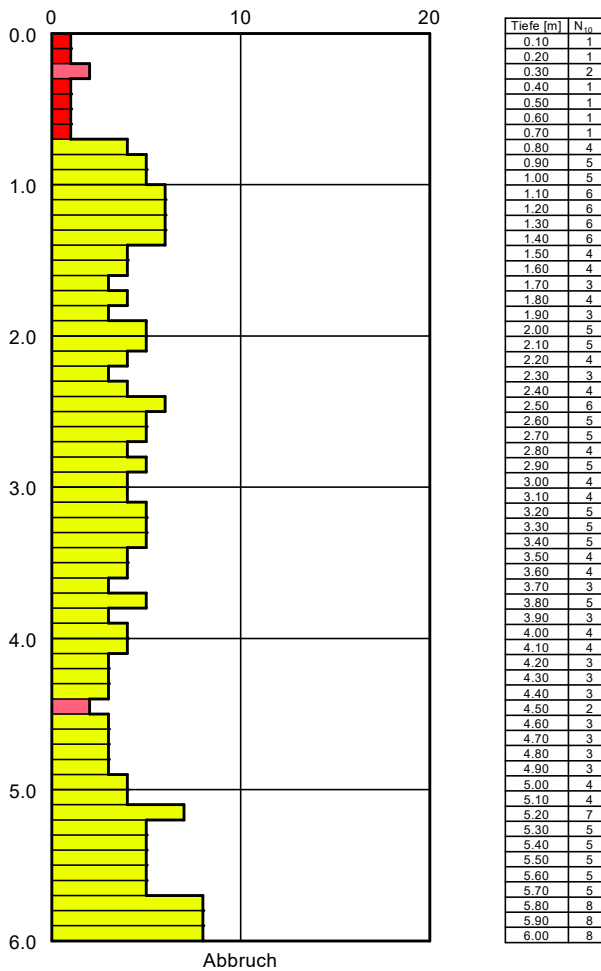
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 6

24,58 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -5,9m GOK



Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.3

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

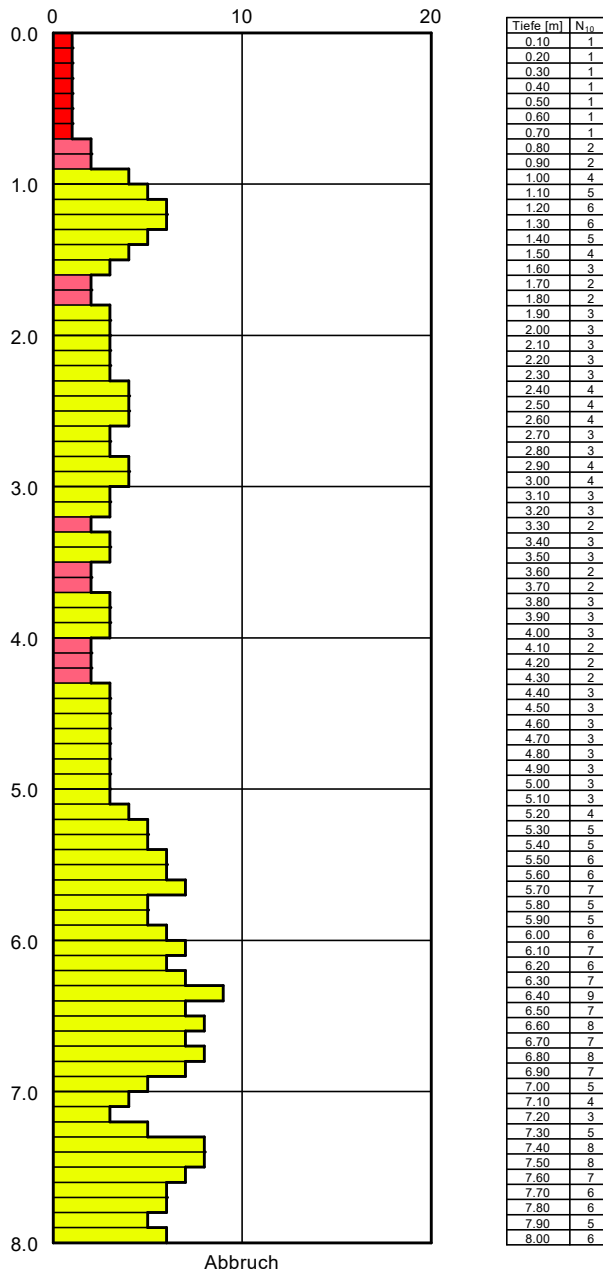
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 7

24,79 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -5,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311
 Anlage:
 4.4

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

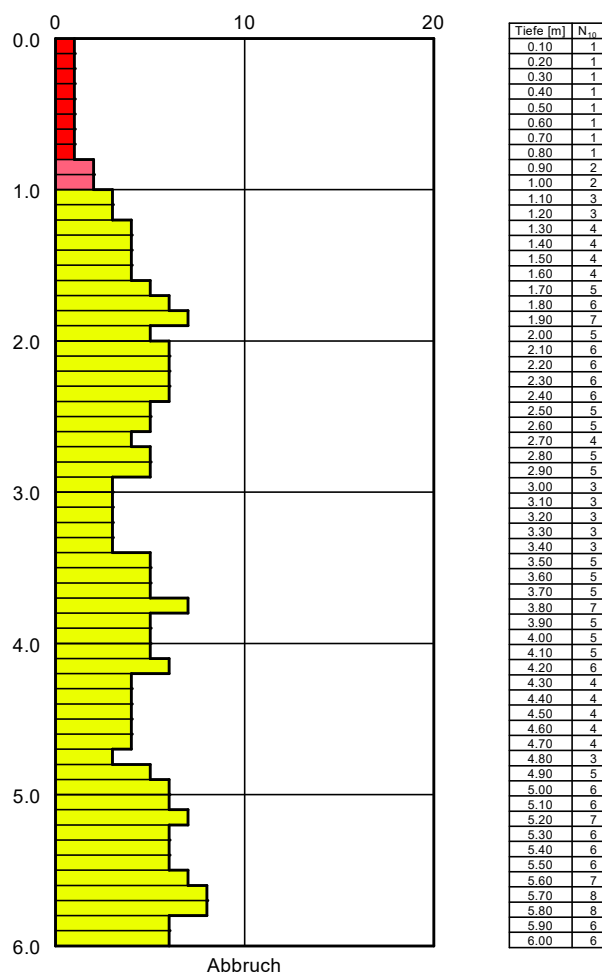
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 8

25,31 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Abbruch

Bohrloch zugefallen bei -5,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.5

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

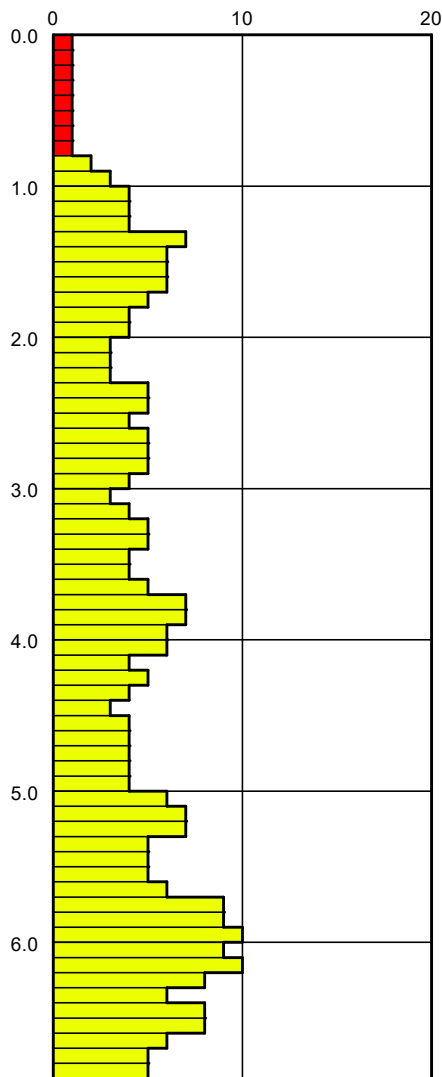
Legende DPH

| | |
|--|-------------|
| | sehr locker |
| | locker |
| | mitteldicht |
| | dicht |
| | sehr dicht |

DPH bei RKS 9

24,56 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 3 |
| 1.10 | 4 |
| 1.20 | 4 |
| 1.30 | 4 |
| 1.40 | 7 |
| 1.50 | 6 |
| 1.60 | 6 |
| 1.70 | 6 |
| 1.80 | 5 |
| 1.90 | 4 |
| 2.00 | 4 |
| 2.10 | 3 |
| 2.20 | 3 |
| 2.30 | 3 |
| 2.40 | 5 |
| 2.50 | 5 |
| 2.60 | 4 |
| 2.70 | 5 |
| 2.80 | 5 |
| 2.90 | 5 |
| 3.00 | 4 |
| 3.10 | 3 |
| 3.20 | 4 |
| 3.30 | 5 |
| 3.40 | 5 |
| 3.50 | 4 |
| 3.60 | 4 |
| 3.70 | 5 |
| 3.80 | 7 |
| 3.90 | 7 |
| 4.00 | 6 |
| 4.10 | 6 |
| 4.20 | 4 |
| 4.30 | 5 |
| 4.40 | 4 |
| 4.50 | 3 |
| 4.60 | 4 |
| 4.70 | 4 |
| 4.80 | 4 |
| 4.90 | 4 |
| 5.00 | 4 |
| 5.10 | 6 |
| 5.20 | 7 |
| 5.30 | 7 |
| 5.40 | 5 |
| 5.50 | 5 |
| 5.60 | 5 |
| 5.70 | 6 |
| 5.80 | 9 |
| 5.90 | 9 |
| 6.00 | 10 |
| 6.10 | 9 |
| 6.20 | 10 |
| 6.30 | 8 |
| 6.40 | 6 |
| 6.50 | 8 |
| 6.60 | 8 |
| 6.70 | 6 |
| 6.80 | 5 |
| 6.90 | 5 |

Abbruch

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.6

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

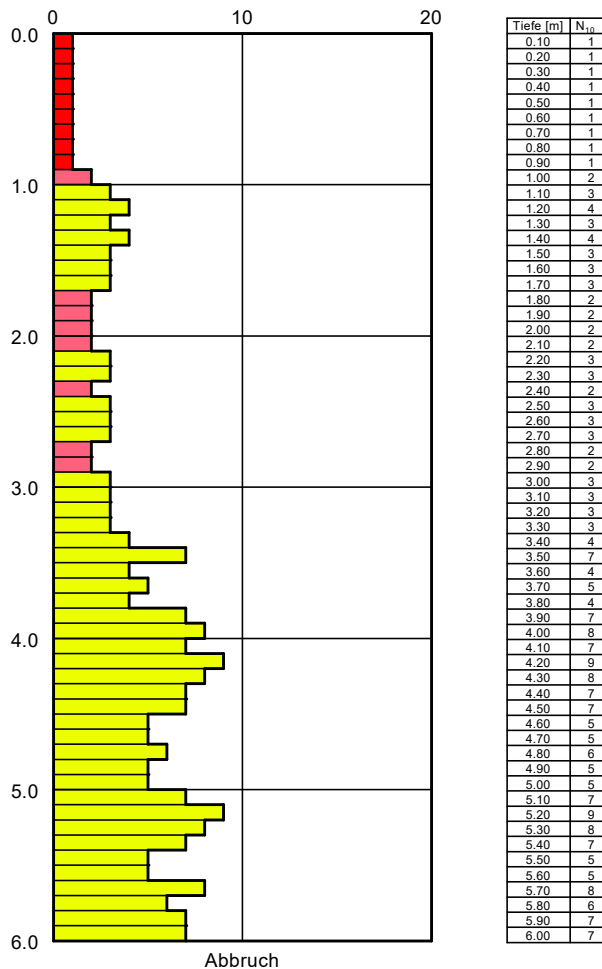
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 10

24,01 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -5,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.7

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

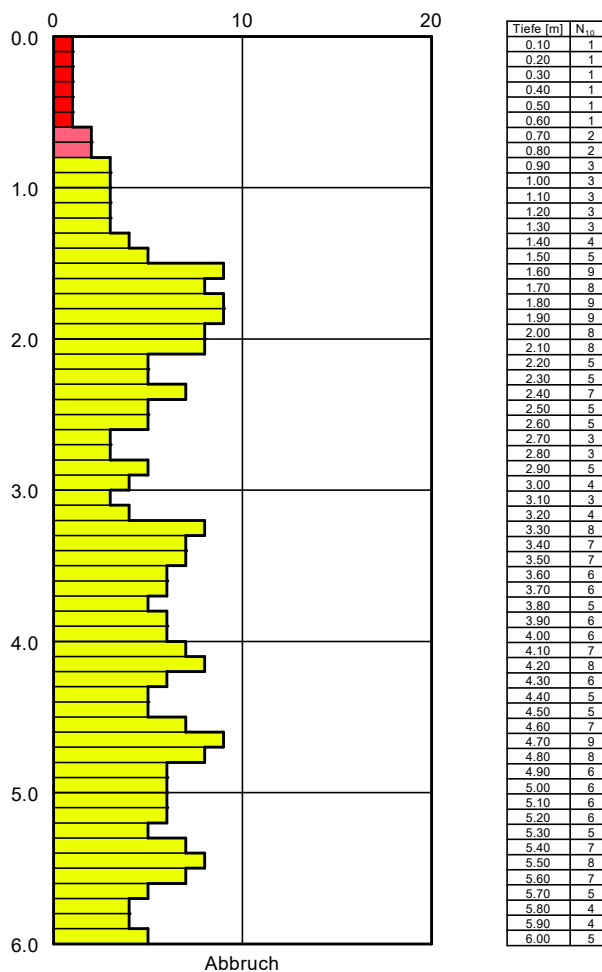
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 11

23,84 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -5,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.8

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

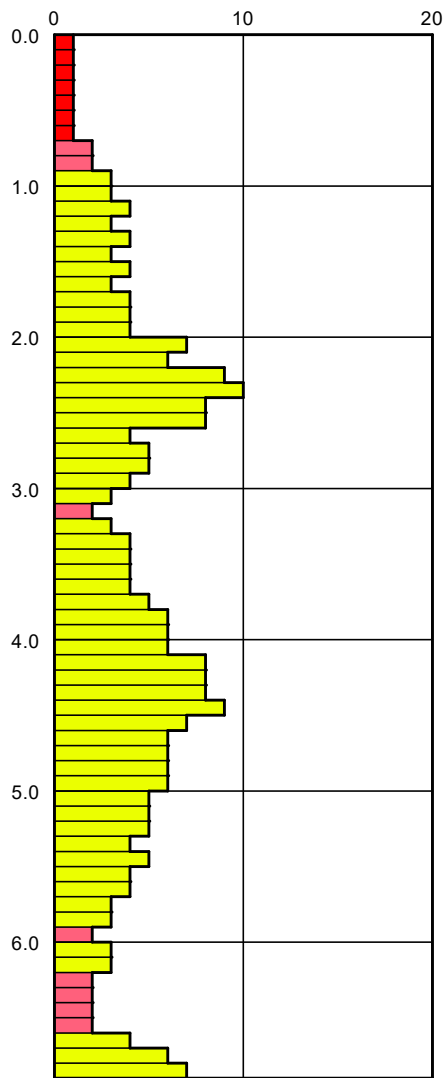
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 12

23,74 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 2 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 3 |
| 1.10 | 3 |
| 1.20 | 4 |
| 1.30 | 3 |
| 1.40 | 4 |
| 1.50 | 3 |
| 1.60 | 4 |
| 1.70 | 3 |
| 1.80 | 4 |
| 1.90 | 4 |
| 2.00 | 4 |
| 2.10 | 7 |
| 2.20 | 6 |
| 2.30 | 9 |
| 2.40 | 10 |
| 2.50 | 8 |
| 2.60 | 8 |
| 2.70 | 4 |
| 2.80 | 5 |
| 2.90 | 5 |
| 3.00 | 4 |
| 3.10 | 3 |
| 3.20 | 2 |
| 3.30 | 3 |
| 3.40 | 4 |
| 3.50 | 4 |
| 3.60 | 4 |
| 3.70 | 4 |
| 3.80 | 5 |
| 3.90 | 6 |
| 4.00 | 6 |
| 4.10 | 6 |
| 4.20 | 8 |
| 4.30 | 8 |
| 4.40 | 8 |
| 4.50 | 9 |
| 4.60 | 7 |
| 4.70 | 6 |
| 4.80 | 6 |
| 4.90 | 6 |
| 5.00 | 6 |
| 5.10 | 5 |
| 5.20 | 5 |
| 5.30 | 5 |
| 5.40 | 4 |
| 5.50 | 5 |
| 5.60 | 4 |
| 5.70 | 4 |
| 5.80 | 3 |
| 5.90 | 3 |
| 6.00 | 2 |
| 6.10 | 3 |
| 6.20 | 3 |
| 6.30 | 2 |
| 6.40 | 2 |
| 6.50 | 2 |
| 6.60 | 2 |
| 6.70 | 4 |
| 6.80 | 6 |
| 6.90 | 7 |

Abbruch

Bohrloch zugefallen bei -6,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.9

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

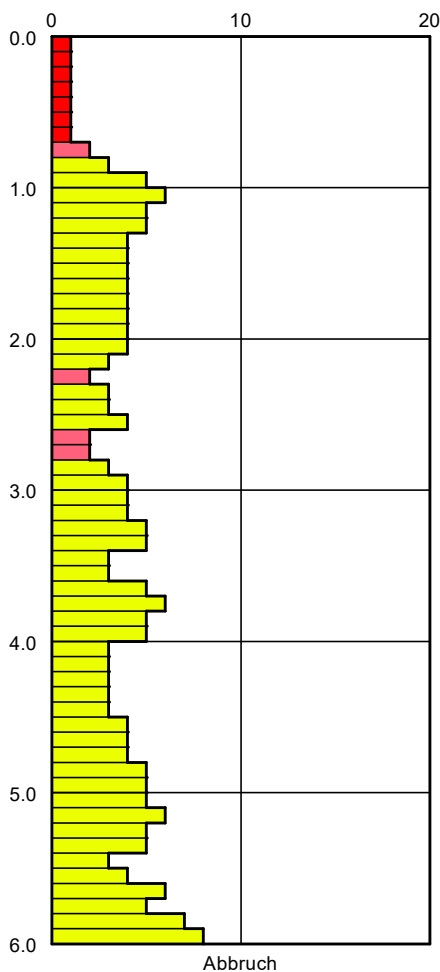
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 13

24,11 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 2 |
| 0.90 | 3 |
| 1.00 | 5 |
| 1.10 | 6 |
| 1.20 | 5 |
| 1.30 | 5 |
| 1.40 | 4 |
| 1.50 | 4 |
| 1.60 | 4 |
| 1.70 | 4 |
| 1.80 | 4 |
| 1.90 | 4 |
| 2.00 | 4 |
| 2.10 | 4 |
| 2.20 | 3 |
| 2.30 | 2 |
| 2.40 | 3 |
| 2.50 | 3 |
| 2.60 | 4 |
| 2.70 | 2 |
| 2.80 | 2 |
| 2.90 | 3 |
| 3.00 | 4 |
| 3.10 | 4 |
| 3.20 | 4 |
| 3.30 | 5 |
| 3.40 | 5 |
| 3.50 | 3 |
| 3.60 | 3 |
| 3.70 | 5 |
| 3.80 | 6 |
| 3.90 | 5 |
| 4.00 | 5 |
| 4.10 | 3 |
| 4.20 | 3 |
| 4.30 | 3 |
| 4.40 | 3 |
| 4.50 | 3 |
| 4.60 | 4 |
| 4.70 | 4 |
| 4.80 | 4 |
| 4.90 | 5 |
| 5.00 | 5 |
| 5.10 | 5 |
| 5.20 | 6 |
| 5.30 | 5 |
| 5.40 | 5 |
| 5.50 | 3 |
| 5.60 | 4 |
| 5.70 | 6 |
| 5.80 | 5 |
| 5.90 | 7 |
| 6.00 | 8 |

Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.10

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

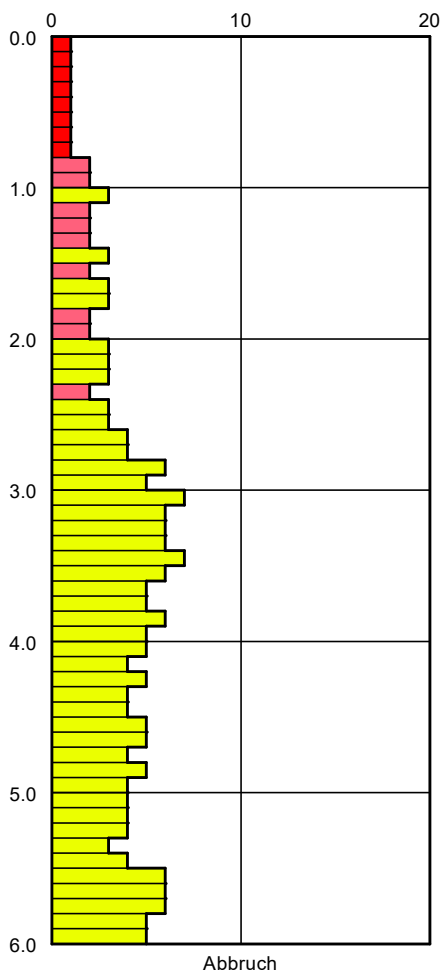
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 14

24,15 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 2 |
| 1.10 | 3 |
| 1.20 | 2 |
| 1.30 | 2 |
| 1.40 | 2 |
| 1.50 | 3 |
| 1.60 | 2 |
| 1.70 | 3 |
| 1.80 | 3 |
| 1.90 | 2 |
| 2.00 | 2 |
| 2.10 | 3 |
| 2.20 | 3 |
| 2.30 | 3 |
| 2.40 | 2 |
| 2.50 | 3 |
| 2.60 | 3 |
| 2.70 | 4 |
| 2.80 | 4 |
| 2.90 | 6 |
| 3.00 | 5 |
| 3.10 | 7 |
| 3.20 | 6 |
| 3.30 | 6 |
| 3.40 | 6 |
| 3.50 | 7 |
| 3.60 | 6 |
| 3.70 | 5 |
| 3.80 | 5 |
| 3.90 | 6 |
| 4.00 | 5 |
| 4.10 | 5 |
| 4.20 | 4 |
| 4.30 | 5 |
| 4.40 | 4 |
| 4.50 | 4 |
| 4.60 | 5 |
| 4.70 | 5 |
| 4.80 | 4 |
| 4.90 | 5 |
| 5.00 | 4 |
| 5.10 | 4 |
| 5.20 | 4 |
| 5.30 | 4 |
| 5.40 | 3 |
| 5.50 | 4 |
| 5.60 | 6 |
| 5.70 | 6 |
| 5.80 | 6 |
| 5.90 | 5 |
| 6.00 | 5 |

Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.11

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

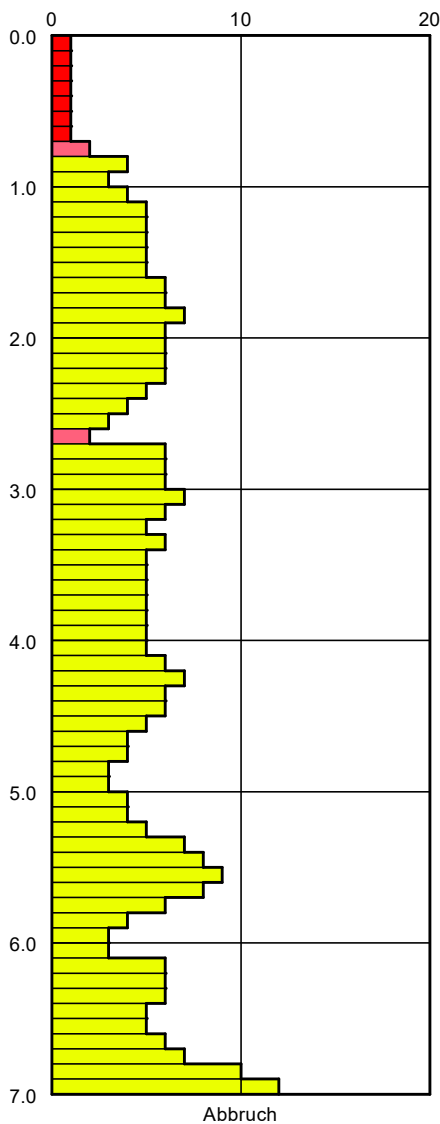
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 15

23,92 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 2 |
| 0.90 | 4 |
| 1.00 | 3 |
| 1.10 | 4 |
| 1.20 | 5 |
| 1.30 | 5 |
| 1.40 | 5 |
| 1.50 | 5 |
| 1.60 | 5 |
| 1.70 | 6 |
| 1.80 | 6 |
| 1.90 | 7 |
| 2.00 | 6 |
| 2.10 | 6 |
| 2.20 | 6 |
| 2.30 | 6 |
| 2.40 | 5 |
| 2.50 | 4 |
| 2.60 | 3 |
| 2.70 | 2 |
| 2.80 | 6 |
| 2.90 | 6 |
| 3.00 | 6 |
| 3.10 | 7 |
| 3.20 | 6 |
| 3.30 | 5 |
| 3.40 | 6 |
| 3.50 | 5 |
| 3.60 | 5 |
| 3.70 | 5 |
| 3.80 | 5 |
| 3.90 | 5 |
| 4.00 | 5 |
| 4.10 | 5 |
| 4.20 | 6 |
| 4.30 | 7 |
| 4.40 | 6 |
| 4.50 | 6 |
| 4.60 | 5 |
| 4.70 | 4 |
| 4.80 | 4 |
| 4.90 | 3 |
| 5.00 | 3 |
| 5.10 | 4 |
| 5.20 | 4 |
| 5.30 | 5 |
| 5.40 | 7 |
| 5.50 | 8 |
| 5.60 | 9 |
| 5.70 | 8 |
| 5.80 | 6 |
| 5.90 | 4 |
| 6.00 | 3 |
| 6.10 | 3 |
| 6.20 | 6 |
| 6.30 | 6 |
| 6.40 | 6 |
| 6.50 | 5 |
| 6.60 | 5 |
| 6.70 | 6 |
| 6.80 | 7 |
| 6.90 | 10 |
| 7.00 | 12 |

Bohrloch zugefallen bei -7,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.12

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

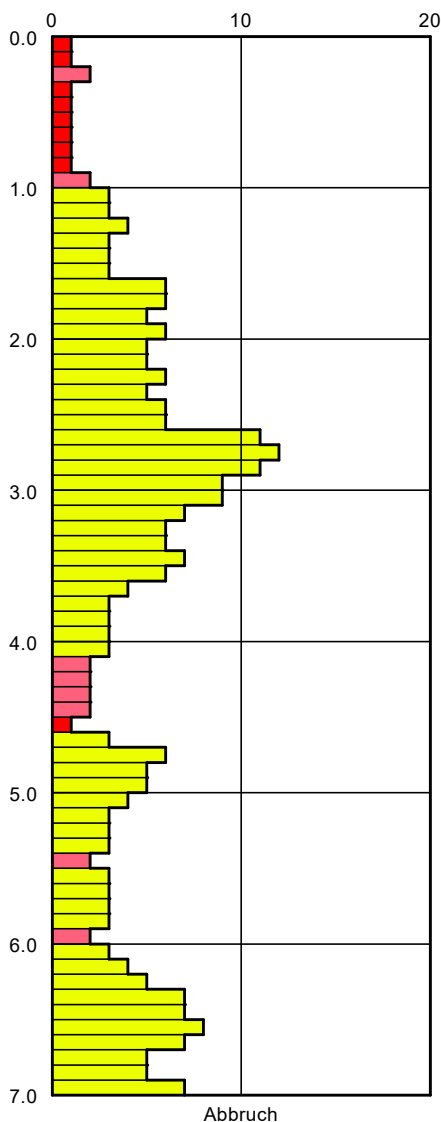
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 16

23,90 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 2 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 1 |
| 1.00 | 2 |
| 1.10 | 3 |
| 1.20 | 3 |
| 1.30 | 4 |
| 1.40 | 3 |
| 1.50 | 3 |
| 1.60 | 3 |
| 1.70 | 6 |
| 1.80 | 6 |
| 1.90 | 5 |
| 2.00 | 6 |
| 2.10 | 5 |
| 2.20 | 5 |
| 2.30 | 6 |
| 2.40 | 5 |
| 2.50 | 6 |
| 2.60 | 6 |
| 2.70 | 11 |
| 2.80 | 12 |
| 2.90 | 11 |
| 3.00 | 9 |
| 3.10 | 9 |
| 3.20 | 7 |
| 3.30 | 6 |
| 3.40 | 6 |
| 3.50 | 7 |
| 3.60 | 6 |
| 3.70 | 4 |
| 3.80 | 3 |
| 3.90 | 3 |
| 4.00 | 3 |
| 4.10 | 3 |
| 4.20 | 2 |
| 4.30 | 2 |
| 4.40 | 2 |
| 4.50 | 2 |
| 4.60 | 1 |
| 4.70 | 3 |
| 4.80 | 6 |
| 4.90 | 5 |
| 5.00 | 5 |
| 5.10 | 4 |
| 5.20 | 3 |
| 5.30 | 3 |
| 5.40 | 3 |
| 5.50 | 2 |
| 5.60 | 3 |
| 5.70 | 3 |
| 5.80 | 3 |
| 5.90 | 3 |
| 6.00 | 2 |
| 6.10 | 3 |
| 6.20 | 4 |
| 6.30 | 5 |
| 6.40 | 7 |
| 6.50 | 7 |
| 6.60 | 8 |
| 6.70 | 7 |
| 6.80 | 5 |
| 6.90 | 5 |
| 7.00 | 7 |

Bohrloch zugefallen bei -7,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.13

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

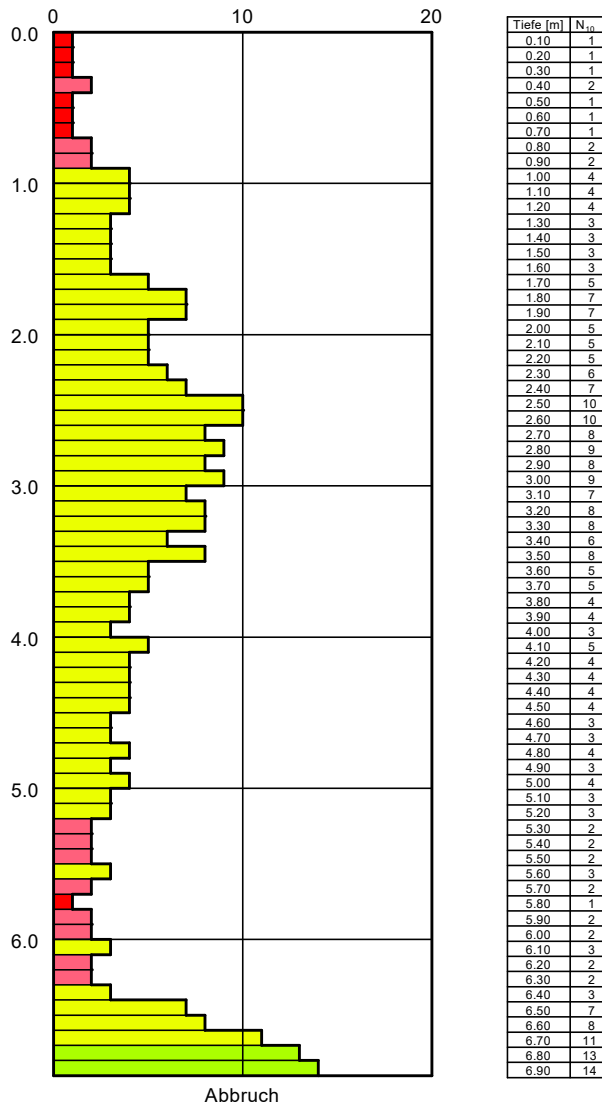
Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH bei RKS 17

23,73 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -6,9m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.14

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

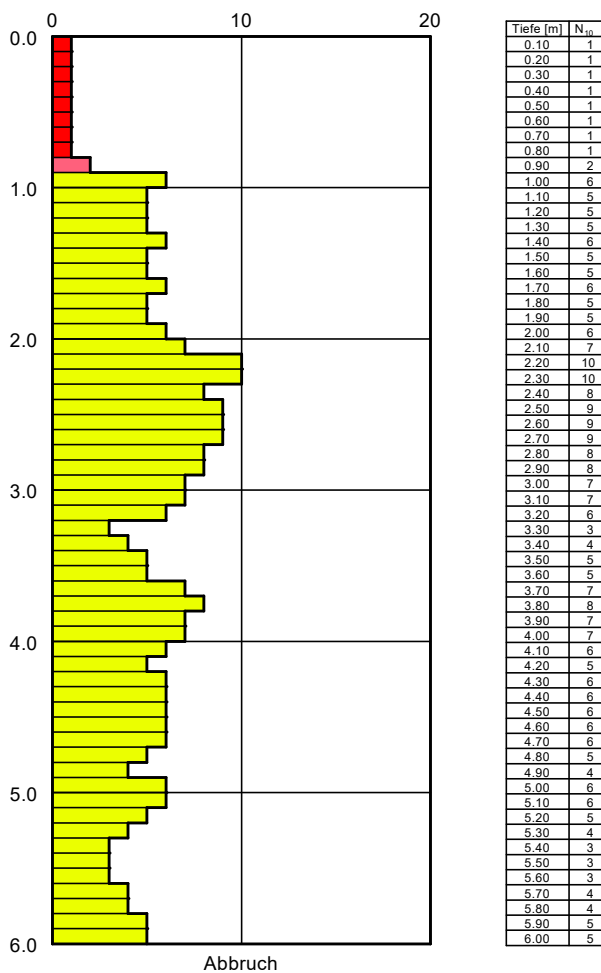
Legende DPH

| | |
|--|-------------|
| | sehr locker |
| | locker |
| | mitteldicht |
| | dicht |
| | sehr dicht |

DPH bei RKS 18

23,20 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.15

Profil einer Rammsondierung

Maßstab der Höhe ca.: 1:50

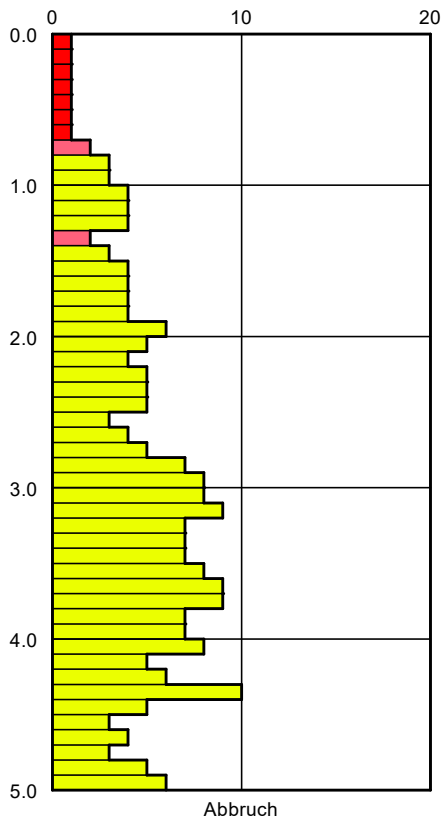
Legende DPH

| | |
|--|-------------|
| | sehr locker |
| | locker |
| | mitteldicht |
| | dicht |
| | sehr dicht |

DPH bei RKS 19

24,16 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 2 |
| 0.90 | 3 |
| 1.00 | 3 |
| 1.10 | 4 |
| 1.20 | 4 |
| 1.30 | 4 |
| 1.40 | 2 |
| 1.50 | 3 |
| 1.60 | 4 |
| 1.70 | 4 |
| 1.80 | 4 |
| 1.90 | 4 |
| 2.00 | 6 |
| 2.10 | 5 |
| 2.20 | 4 |
| 2.30 | 5 |
| 2.40 | 5 |
| 2.50 | 5 |
| 2.60 | 3 |
| 2.70 | 4 |
| 2.80 | 5 |
| 2.90 | 7 |
| 3.00 | 8 |
| 3.10 | 8 |
| 3.20 | 9 |
| 3.30 | 7 |
| 3.40 | 7 |
| 3.50 | 7 |
| 3.60 | 8 |
| 3.70 | 9 |
| 3.80 | 9 |
| 3.90 | 7 |
| 4.00 | 7 |
| 4.10 | 8 |
| 4.20 | 5 |
| 4.30 | 6 |
| 4.40 | 10 |
| 4.50 | 5 |
| 4.60 | 3 |
| 4.70 | 4 |
| 4.80 | 3 |
| 4.90 | 5 |
| 5.00 | 6 |

Bohrloch zugefallen bei -5,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.16

Profil einer Rammsondierung

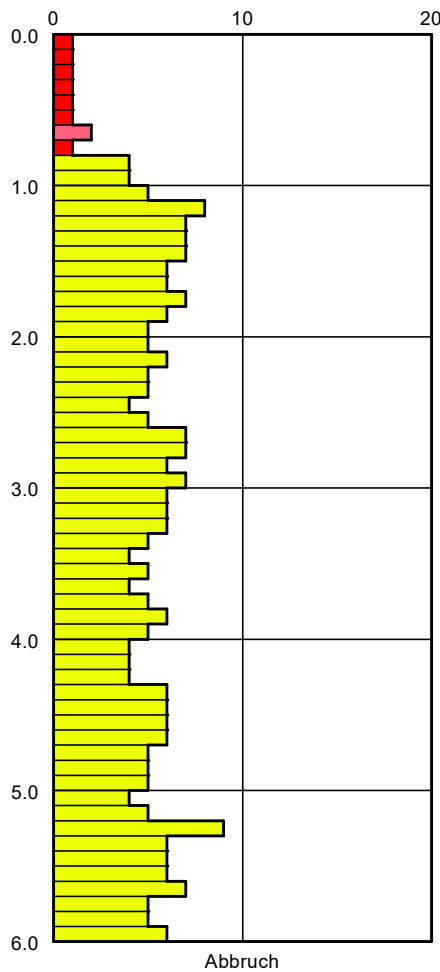
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH 20
 23,91 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 2 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 4 |
| 1.00 | 4 |
| 1.10 | 5 |
| 1.20 | 8 |
| 1.30 | 7 |
| 1.40 | 7 |
| 1.50 | 7 |
| 1.60 | 6 |
| 1.70 | 6 |
| 1.80 | 7 |
| 1.90 | 6 |
| 2.00 | 5 |
| 2.10 | 5 |
| 2.20 | 6 |
| 2.30 | 5 |
| 2.40 | 5 |
| 2.50 | 4 |
| 2.60 | 5 |
| 2.70 | 7 |
| 2.80 | 7 |
| 2.90 | 6 |
| 3.00 | 7 |
| 3.10 | 6 |
| 3.20 | 6 |
| 3.30 | 6 |
| 3.40 | 5 |
| 3.50 | 4 |
| 3.60 | 5 |
| 3.70 | 4 |
| 3.80 | 5 |
| 3.90 | 6 |
| 4.00 | 5 |
| 4.10 | 4 |
| 4.20 | 4 |
| 4.30 | 4 |
| 4.40 | 6 |
| 4.50 | 6 |
| 4.60 | 6 |
| 4.70 | 6 |
| 4.80 | 5 |
| 4.90 | 5 |
| 5.00 | 5 |
| 5.10 | 4 |
| 5.20 | 5 |
| 5.30 | 9 |
| 5.40 | 6 |
| 5.50 | 6 |
| 5.60 | 6 |
| 5.70 | 7 |
| 5.80 | 5 |
| 5.90 | 5 |
| 6.00 | 6 |

Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.17

Profil einer Rammsondierung

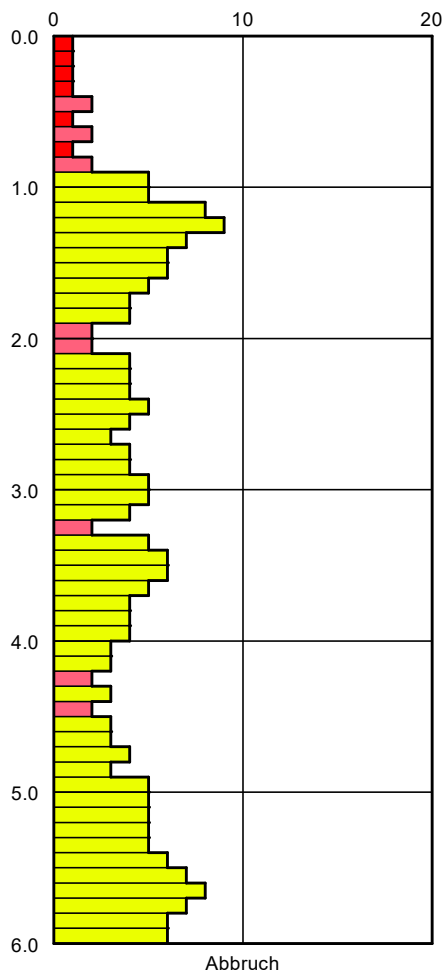
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

Legende DPH

| | |
|--|-------------|
| | sehr locker |
| | locker |
| | mitteldicht |
| | dicht |
| | sehr dicht |

DPH 21 23,82 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe (m) | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 2 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 2 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 5 |
| 1.10 | 5 |
| 1.20 | 8 |
| 1.30 | 9 |
| 1.40 | 7 |
| 1.50 | 6 |
| 1.60 | 6 |
| 1.70 | 5 |
| 1.80 | 4 |
| 1.90 | 4 |
| 2.00 | 2 |
| 2.10 | 2 |
| 2.20 | 4 |
| 2.30 | 4 |
| 2.40 | 4 |
| 2.50 | 5 |
| 2.60 | 4 |
| 2.70 | 3 |
| 2.80 | 4 |
| 2.90 | 4 |
| 3.00 | 5 |
| 3.10 | 5 |
| 3.20 | 4 |
| 3.30 | 2 |
| 3.40 | 5 |
| 3.50 | 6 |
| 3.60 | 6 |
| 3.70 | 5 |
| 3.80 | 4 |
| 3.90 | 4 |
| 4.00 | 4 |
| 4.10 | 3 |
| 4.20 | 3 |
| 4.30 | 2 |
| 4.40 | 3 |
| 4.50 | 2 |
| 4.60 | 3 |
| 4.70 | 3 |
| 4.80 | 4 |
| 4.90 | 3 |
| 5.00 | 5 |
| 5.10 | 5 |
| 5.20 | 5 |
| 5.30 | 5 |
| 5.40 | 5 |
| 5.50 | 6 |
| 5.60 | 7 |
| 5.70 | 8 |
| 5.80 | 7 |
| 5.90 | 6 |
| 6.00 | 6 |

Abbruch

Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK

Voerde
 Hallenneubau

Projektnummer:
 221311

Anlage:
 4.18

Profil einer Rammsondierung

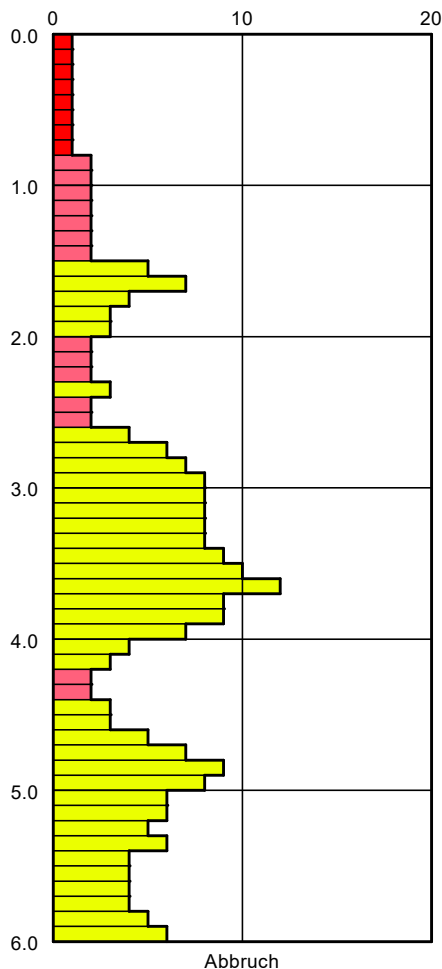
Maßstab der Höhe ca.: 1:50

Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

DPH 22
 23,65 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm



| Tiefe [m] | N ₁₀ |
|-----------|-----------------|
| 0.10 | 1 |
| 0.20 | 1 |
| 0.30 | 1 |
| 0.40 | 1 |
| 0.50 | 1 |
| 0.60 | 1 |
| 0.70 | 1 |
| 0.80 | 1 |
| 0.90 | 2 |
| 1.00 | 2 |
| 1.10 | 2 |
| 1.20 | 2 |
| 1.30 | 2 |
| 1.40 | 2 |
| 1.50 | 2 |
| 1.60 | 5 |
| 1.70 | 7 |
| 1.80 | 4 |
| 1.90 | 3 |
| 2.00 | 3 |
| 2.10 | 2 |
| 2.20 | 2 |
| 2.30 | 2 |
| 2.40 | 3 |
| 2.50 | 2 |
| 2.60 | 2 |
| 2.70 | 4 |
| 2.80 | 6 |
| 2.90 | 7 |
| 3.00 | 8 |
| 3.10 | 8 |
| 3.20 | 8 |
| 3.30 | 8 |
| 3.40 | 8 |
| 3.50 | 9 |
| 3.60 | 10 |
| 3.70 | 12 |
| 3.80 | 9 |
| 3.90 | 9 |
| 4.00 | 7 |
| 4.10 | 4 |
| 4.20 | 3 |
| 4.30 | 2 |
| 4.40 | 2 |
| 4.50 | 3 |
| 4.60 | 3 |
| 4.70 | 5 |
| 4.80 | 7 |
| 4.90 | 9 |
| 5.00 | 8 |
| 5.10 | 6 |
| 5.20 | 6 |
| 5.30 | 5 |
| 5.40 | 6 |
| 5.50 | 4 |
| 5.60 | 4 |
| 5.70 | 4 |
| 5.80 | 4 |
| 5.90 | 5 |
| 6.00 | 6 |

Bohrloch zugefallen bei -6,0m GOK



Anlage 5.1 bis 5.4

Auswertung der Versickerungsversuche

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**



Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten

(gem. DIN 18130-1)

Versickerung im unverrohrten Bohrloch; hier: **kf-Wert-Bestimmung**

Ort: Voerde

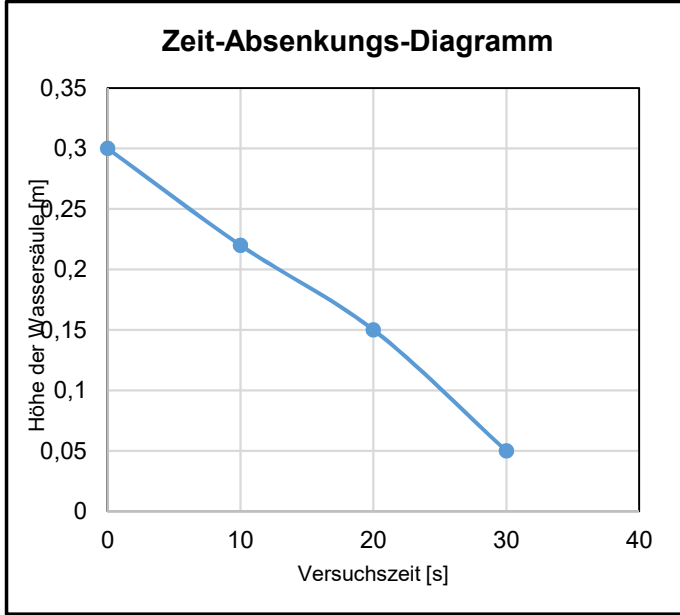
Bauvorhaben: Neubau greenfield-Logistikpark

Messstelle: RKS 24

| | |
|--|-------|
| Innendurchmesser des Bohrlochs [m] | 0,045 |
| Tiefe des Bohrlochs [m] | 3,00 |
| Wasserstand Versuchsbeginn [m. u. GOK] | 2,70 |
| Wasserstand Versuchsende [m u. GOK] | 3,00 |

kf-Wert [m/s] 7,81E-05

| Ablesung Nr. | Versuchszeit [s] | Füllhöhe [m] |
|--------------|------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0,30 |
| 2 | 10 | 0,22 |
| 3 | 20 | 0,15 |
| 4 | 30 | 0,05 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



Bemerkungen:



Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten

(gem. DIN 18130-1)

Versickerung im unverrohrten Bohrloch; hier: **kf-Wert-Bestimmung**

Ort: Voerde

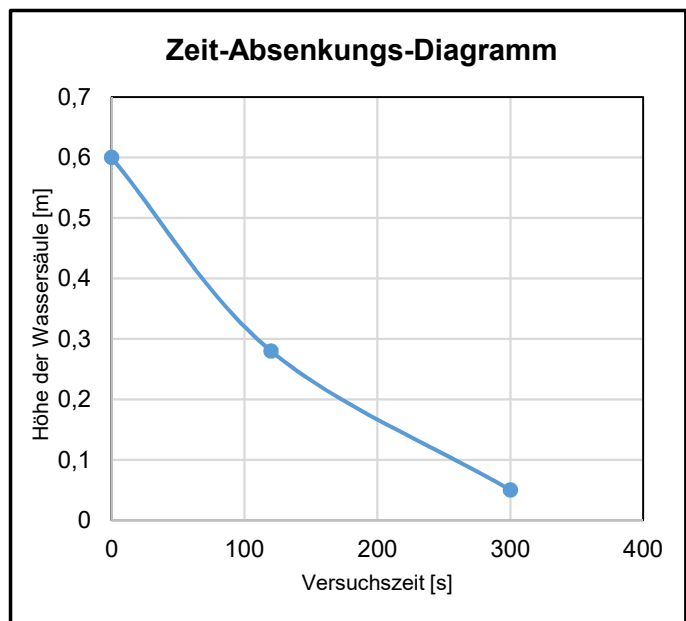
Bauvorhaben: Neubau greenfield-Logistikpark

Messstelle: RKS 26

| | |
|--|-------|
| Innendurchmesser des Bohrlochs [m] | 0,045 |
| Tiefe des Bohrlochs [m] | 3,00 |
| Wasserstand Versuchsbeginn [m. u. GOK] | 1,70 |
| Wasserstand Versuchsende [m u. GOK] | 3,00 |

kf-Wert [m/s] **1,23E-05**

| Ableseung Nr. | Versuchszeit [s] | Füllhöhe [m] |
|---------------|------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0,60 |
| 2 | 120 | 0,28 |
| 3 | 300 | 0,05 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



Bemerkungen:



Bestimmung von Durchlässigkeitsbeiwerten

(gem. DIN 18130-1)

Versickerung im unverrohrten Bohrloch; hier: **kf-Wert-Bestimmung**

Ort: Voerde

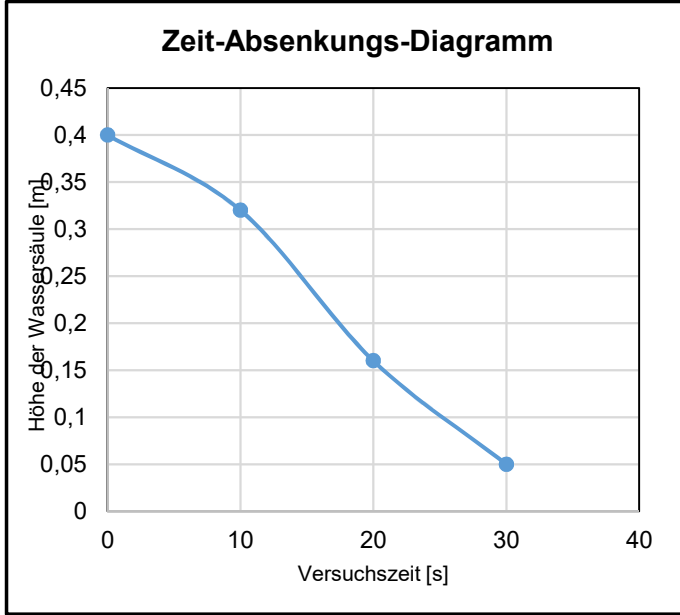
Bauvorhaben: Neubau greenfield-Logistikpark

Messstelle: RKS 29

| | |
|--|-------|
| Innendurchmesser des Bohrlochs [m] | 0,045 |
| Tiefe des Bohrlochs [m] | 3,00 |
| Wasserstand Versuchsbeginn [m. u. GOK] | 2,60 |
| Wasserstand Versuchsende [m u. GOK] | 3,00 |

kf-Wert [m/s] 8,20E-05

| Ableseung Nr. | Versuchszeit [s] | Füllhöhe [m] |
|---------------|------------------|--------------|
| 1 | 0 | 0,40 |
| 2 | 10 | 0,32 |
| 3 | 20 | 0,16 |
| 4 | 30 | 0,05 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



Bemerkungen:



Anlage 6.1 bis 6.3

Orientierende Setzungsprognosen

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

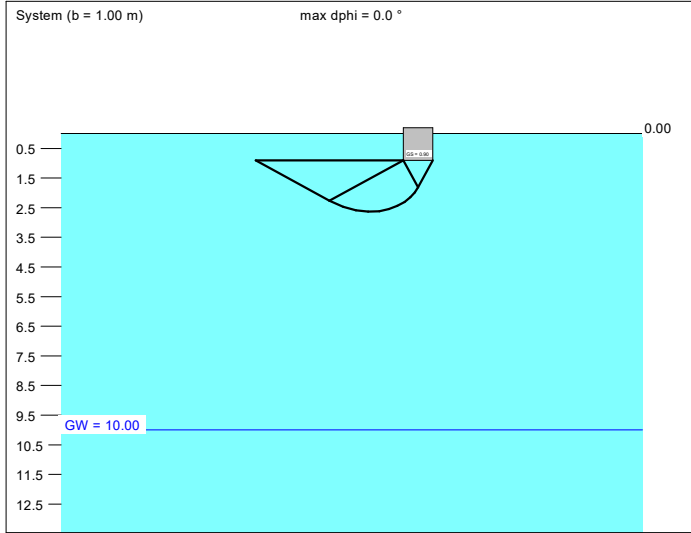
| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | φ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | v [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| | 20.0 | 10.0 | 32.5 | 0.0 | 15.0 | 0.00 | 1.000 | Terrassensand |

Voerde greenfield - Logistikhalle

Einzelfundamente 1,0x1,0 - 5,0x5,0m
- Gründung frostfrei -

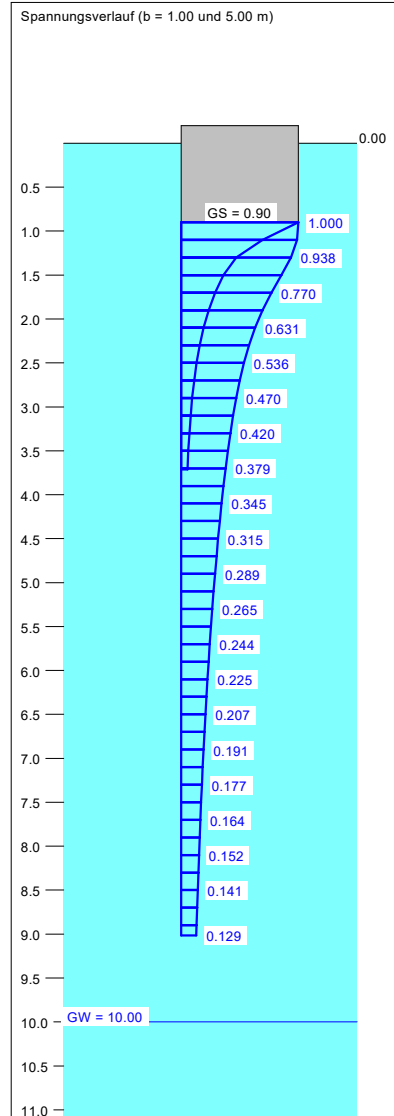
Projekt: 221311-1

Anlage: 6.1



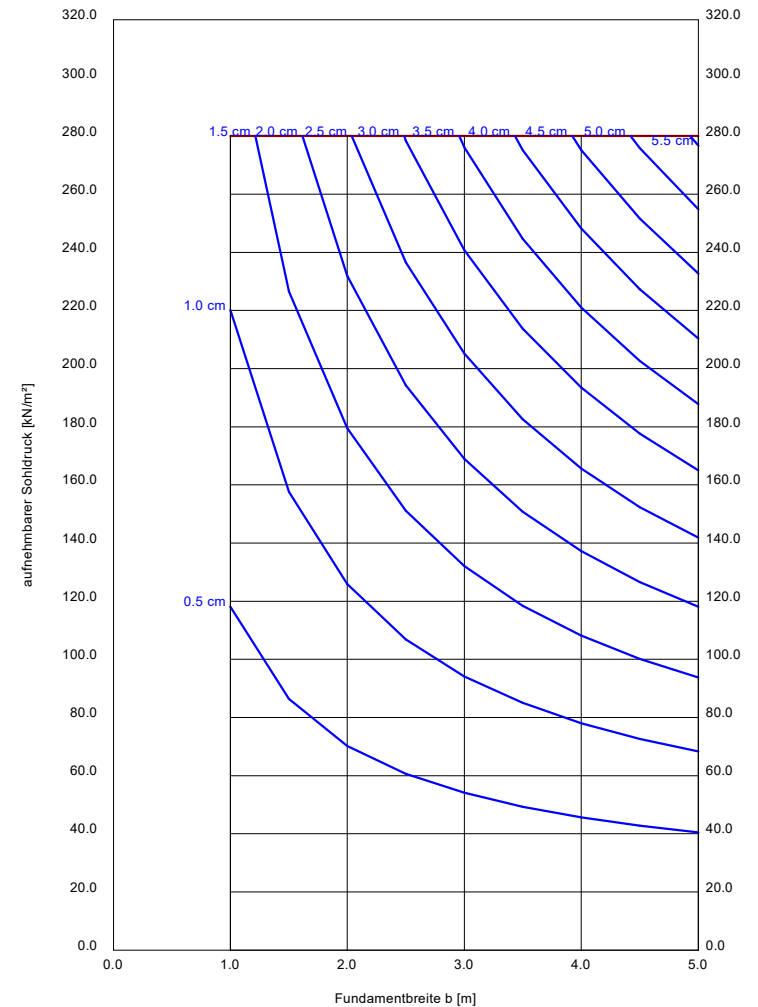
| a [m] | b [m] | $\sigma_{\text{R,k}}$ [kN/m ²] | zul σ [kN/m ²] | zul R [kN] | s [cm] | cal φ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | σ_0 [kN/m ²] | t_g [m] | UK LS [m] | k_s [MN/m ²] |
|-------|-------|--|-----------------------------------|------------|--------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 1.30 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 3.71 | 2.63 | 21.5 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.89 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 4.62 | 3.50 | 14.8 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 2.47 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 5.41 | 4.37 | 11.4 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 3.02 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 6.13 | 5.24 | 9.3 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 3.56 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 6.78 | 6.10 | 7.9 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 4.08 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 7.39 | 6.97 | 6.9 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 4.59 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 7.96 | 7.84 | 6.1 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 5.09 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 8.50 | 8.71 | 5.5 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 5.57 | 32.5 | 0.00 | 20.00 | 18.00 | 9.01 | 9.57 | 5.0 |



zul $\sigma = \sigma_{\text{R,k}} / (\gamma_{\text{R,v}} \cdot \gamma_{\text{G,Q}}) = \sigma_{\text{R,k}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{R,k}} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{\text{R,v}} = 1.40$
 $\gamma_{\text{G}} = 1.35$
 $\gamma_{\text{Q}} = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{\text{(G,Q)}} = 0.500 \cdot \gamma_{\text{Q}} + (1 - 0.500) \cdot \gamma_{\text{G}}$

$\gamma_{\text{(G,Q)}} = 1.425$
 zul sigma auf 280.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.90 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



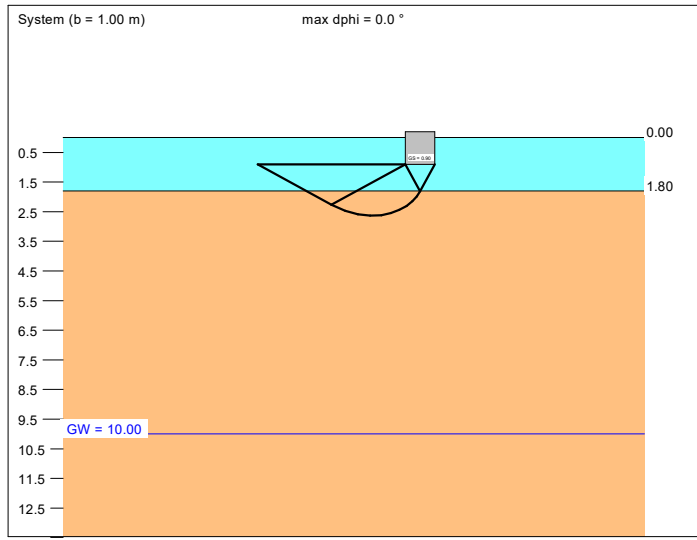
| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | ν [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|------------------|
|  | 20.0 | 10.0 | 32.5 | 2.0 | 60.0 | 0.00 | 1.000 | zementverfestigt |
|  | 20.0 | 10.0 | 32.5 | 0.0 | 15.0 | 0.00 | 1.000 | Terrassensand |

Voerde greenfield - Logistikhalle

Einzelfundamente 1,0x1,0 - 5,0x5,0m
- zementverfestigter Untergrund d = 0,90 m -

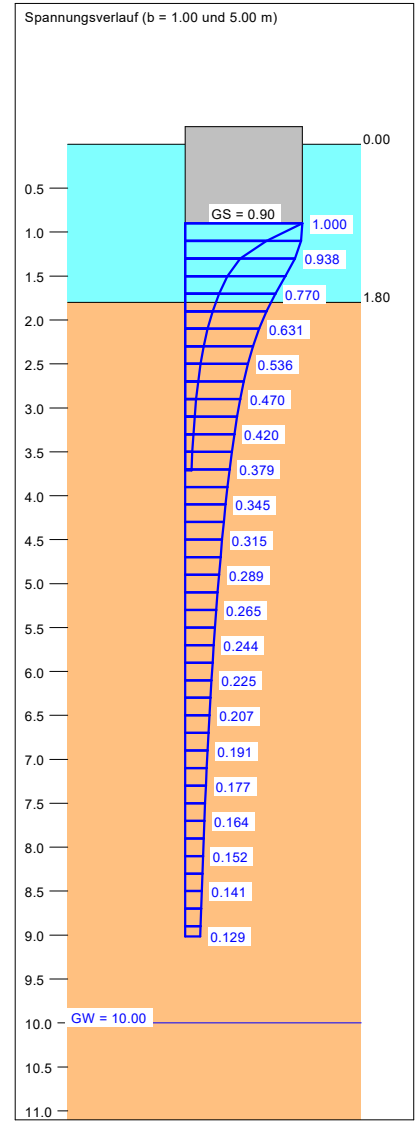
Projekt: 221311-1

Anlage: 6.2



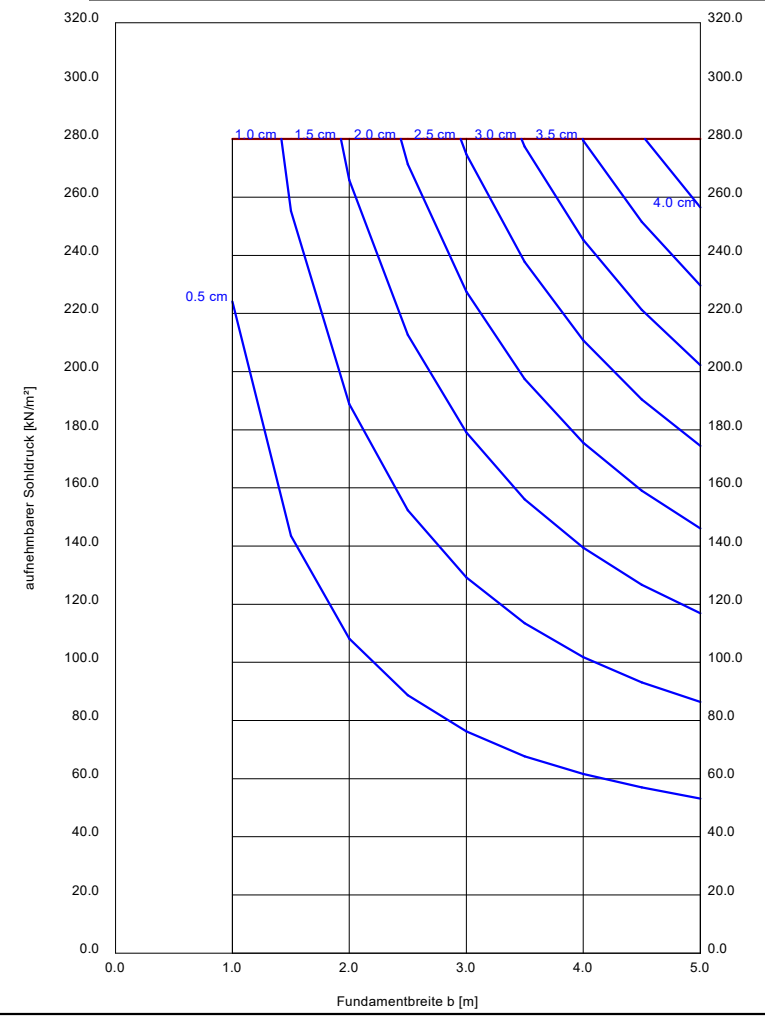
| a [m] | b [m] | σ_{Grk} [kN/m ²] | zul σ [kN/m ²] | zul R [kN] | s [cm] | cal ϕ [°] | cal c [kN/m ²] | γ_2 [kN/m ³] | σ_{U} [kN/m ²] | t_g [m] | UKLS [m] | k_s [MN/m ²] |
|----------|----------|---|--------------------------------------|---------------|-----------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|---|--------------|-------------|-------------------------------|
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 0.65 | 32.5 | 0.80 | 20.00 | 18.00 | 3.71 | 2.63 | 43.0 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.11 | 32.5 | 0.54 | 20.00 | 18.00 | 4.62 | 3.50 | 25.1 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 1.59 | 32.5 | 0.40 | 20.00 | 18.00 | 5.41 | 4.37 | 17.6 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 2.07 | 32.5 | 0.32 | 20.00 | 18.00 | 6.13 | 5.24 | 13.5 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 2.56 | 32.5 | 0.27 | 20.00 | 18.00 | 6.78 | 6.10 | 11.0 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 3.03 | 32.5 | 0.23 | 20.00 | 18.00 | 7.39 | 6.97 | 9.2 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 3.51 | 32.5 | 0.20 | 20.00 | 18.00 | 7.96 | 7.84 | 8.0 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 3.98 | 32.5 | 0.18 | 20.00 | 18.00 | 8.50 | 8.71 | 7.0 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 4.44 | 32.5 | 0.16 | 20.00 | 18.00 | 9.01 | 9.57 | 6.3 |



zul $\sigma = \sigma_{\text{Grk}} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\text{Grk}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{Grk}} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 zul sigma auf 280.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.90 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen



| Boden | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | ϕ [°] | c [kN/m ²] | E_s [MN/m ²] | ν [-] | κ [-] | Bezeichnung |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|------------------|
|  | 19.0 | 12.0 | 37.5 | 0.0 | 100.0 | 0.00 | 1.000 | Gründungspolster |
|  | 20.0 | 10.0 | 32.5 | 0.0 | 15.0 | 0.00 | 1.000 | Terrassensand |

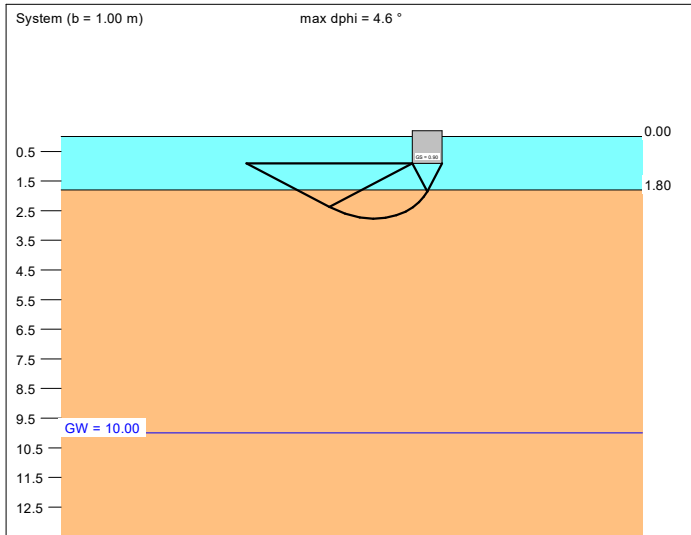
Voerde

greenfield - Logistikhalle

Einzelfundamente 1,0x1,0 - 5,0x5,0m
- mineralisches Gründungspolster d = 0,90 m -

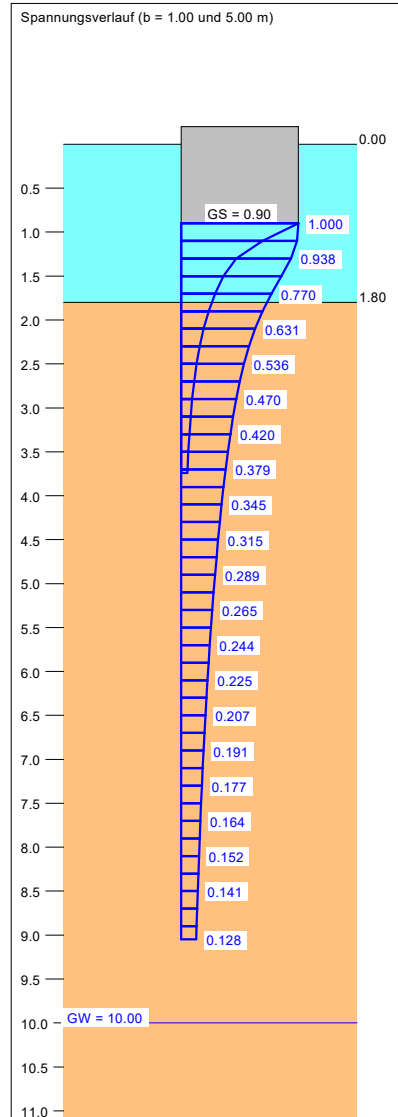
Projekt: 221311-1

Anlage: 6.3

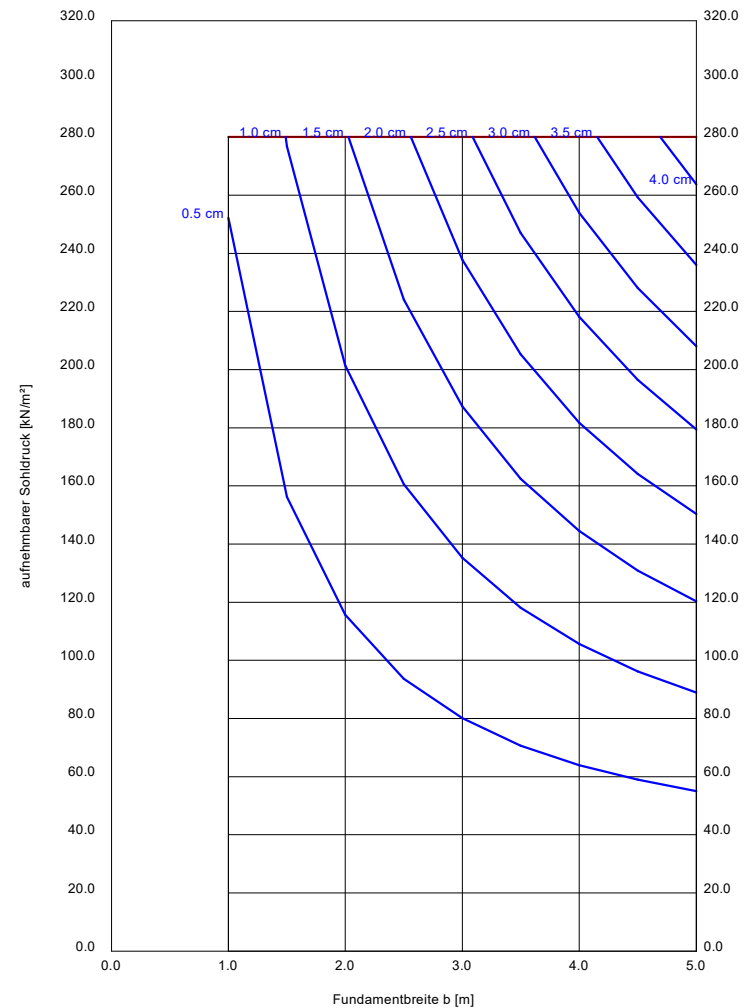


| a | b | σ_{Stk} | zul σ | zul R | s | cal ϕ | cal c | γ_2 | σ_0 | t_g | UKLS | k_s |
|------|------|-----------------------|----------------------|--------|------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|------|----------------------|
| [m] | [m] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN] | [cm] | [°] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [kN/m ²] | [m] | [m] | [MN/m ²] |
| 1.00 | 1.00 | 558.6 | 280.0 | 280.0 | 0.57 | 34.4 | 0.00 | 19.36 | 17.10 | 3.74 | 2.77 | 49.4 |
| 1.50 | 1.50 | 558.6 | 280.0 | 630.0 | 1.01 | 33.8 | 0.00 | 19.54 | 17.10 | 4.65 | 3.64 | 27.6 |
| 2.00 | 2.00 | 558.6 | 280.0 | 1120.0 | 1.48 | 33.5 | 0.00 | 19.64 | 17.10 | 5.44 | 4.50 | 18.9 |
| 2.50 | 2.50 | 558.6 | 280.0 | 1750.0 | 1.95 | 33.3 | 0.00 | 19.70 | 17.10 | 6.16 | 5.37 | 14.3 |
| 3.00 | 3.00 | 558.6 | 280.0 | 2520.0 | 2.43 | 33.2 | 0.00 | 19.75 | 17.10 | 6.82 | 6.24 | 11.5 |
| 3.50 | 3.50 | 558.6 | 280.0 | 3430.0 | 2.90 | 33.1 | 0.00 | 19.78 | 17.10 | 7.43 | 7.11 | 9.7 |
| 4.00 | 4.00 | 558.6 | 280.0 | 4480.0 | 3.37 | 33.0 | 0.00 | 19.81 | 17.10 | 8.00 | 7.97 | 8.3 |
| 4.50 | 4.50 | 558.6 | 280.0 | 5670.0 | 3.84 | 33.0 | 0.00 | 19.83 | 17.10 | 8.54 | 8.84 | 7.3 |
| 5.00 | 5.00 | 558.6 | 280.0 | 7000.0 | 4.30 | 32.9 | 0.00 | 19.84 | 17.10 | 9.05 | 9.71 | 6.5 |

zul $\sigma = \sigma_{\text{Stk}} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{\text{Stk}} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{\text{Stk}} / 1.99$
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 zul sigma auf 280.00 kN/m² begrenzt
 Gründungssohle = 0.90 m
 Grundwasser = 10.00 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt
 — aufnehmbarer Sohldruck
 — Setzungen

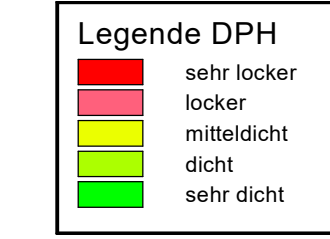
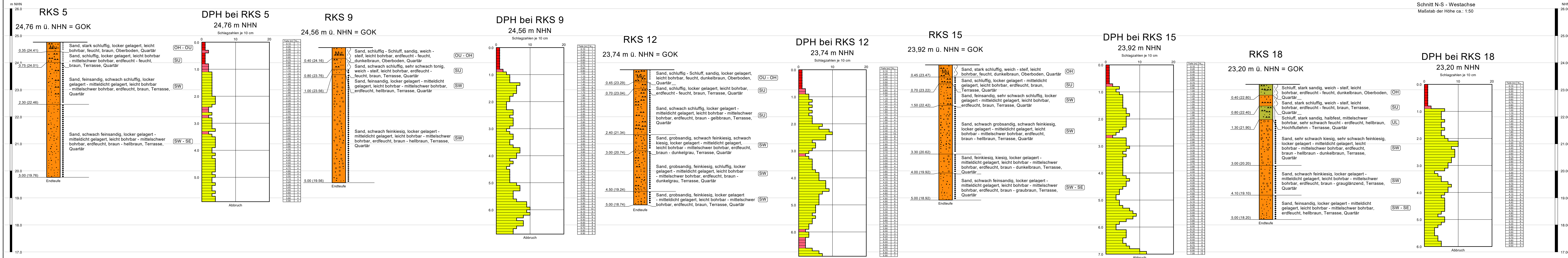


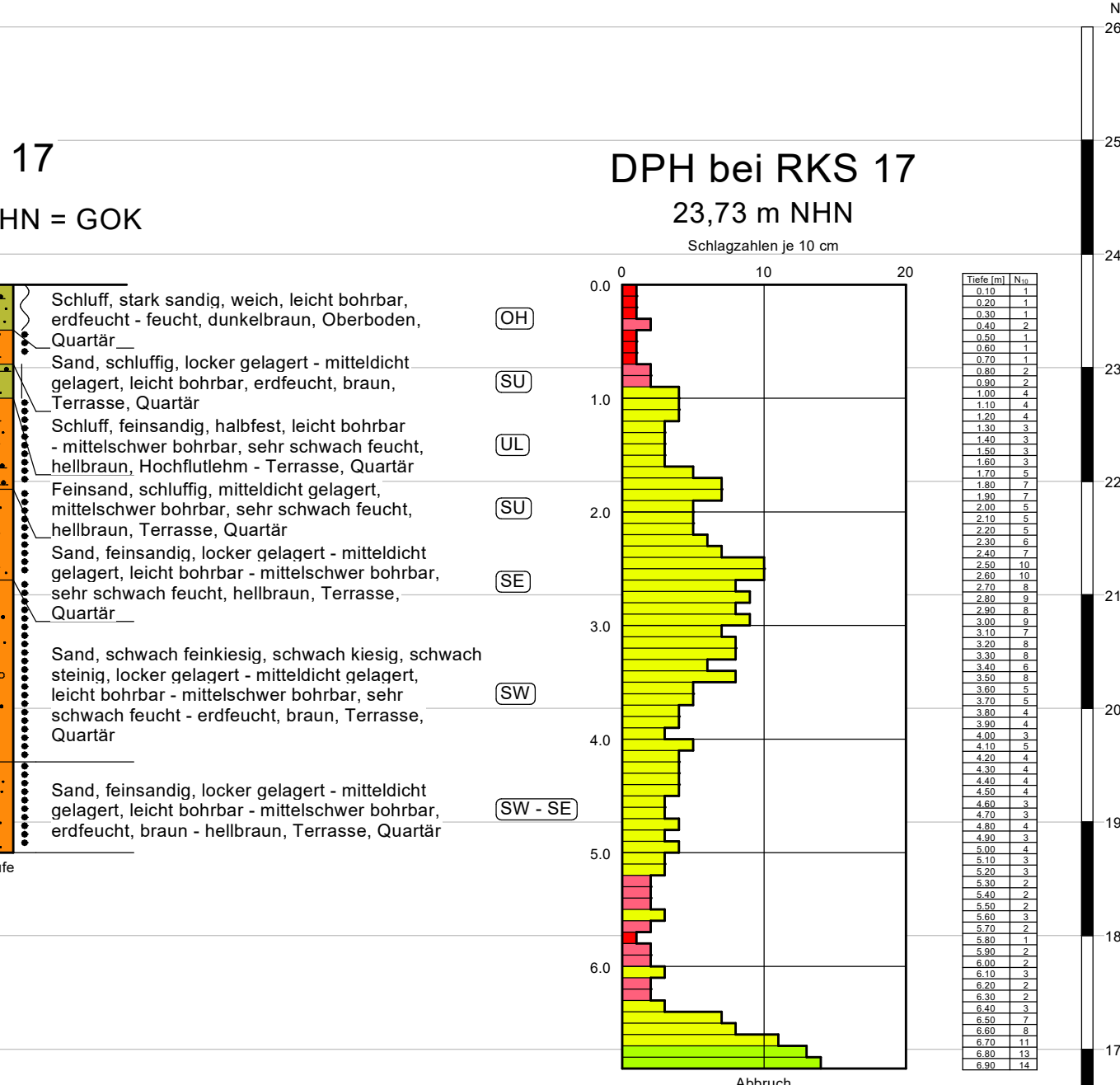
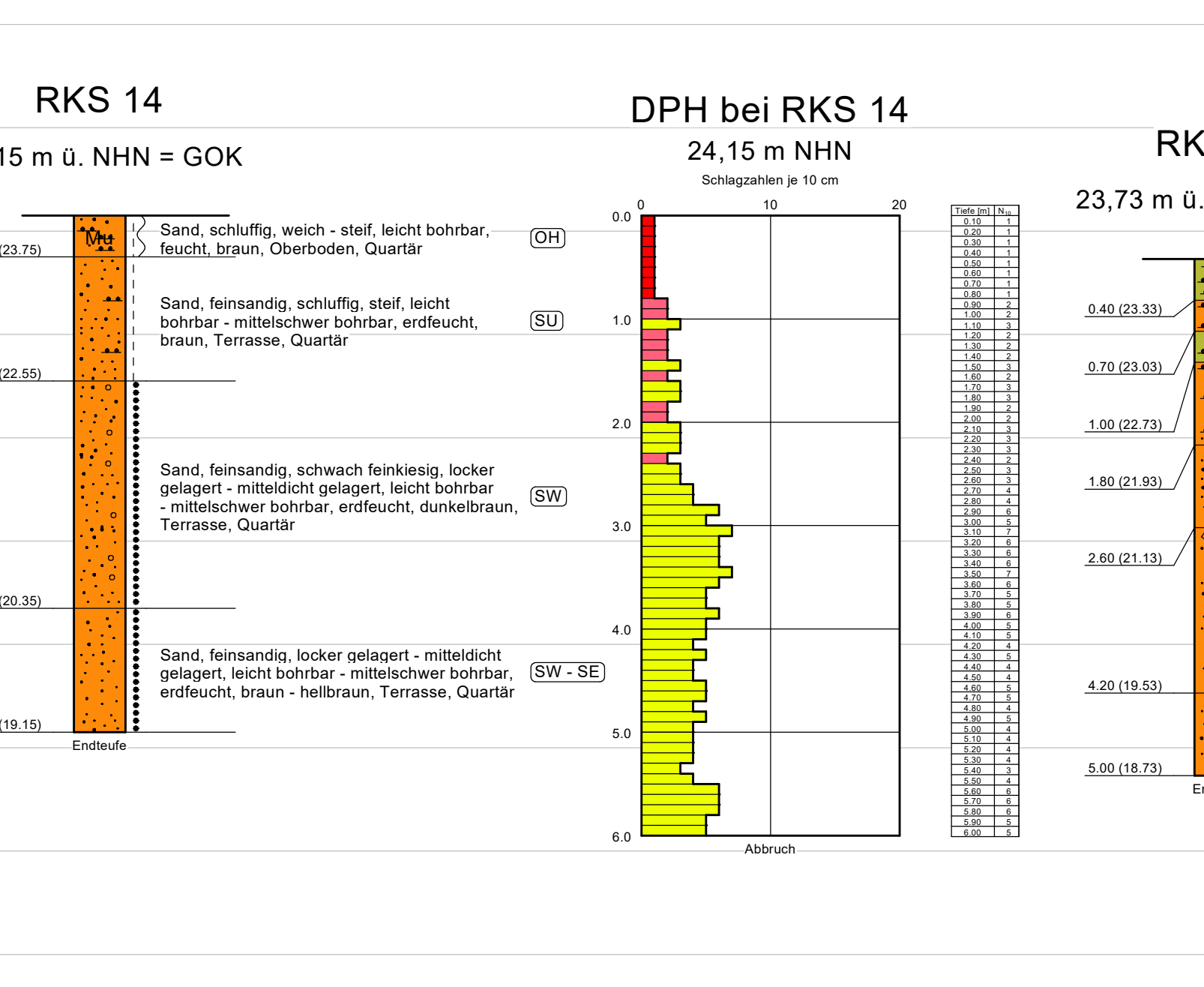
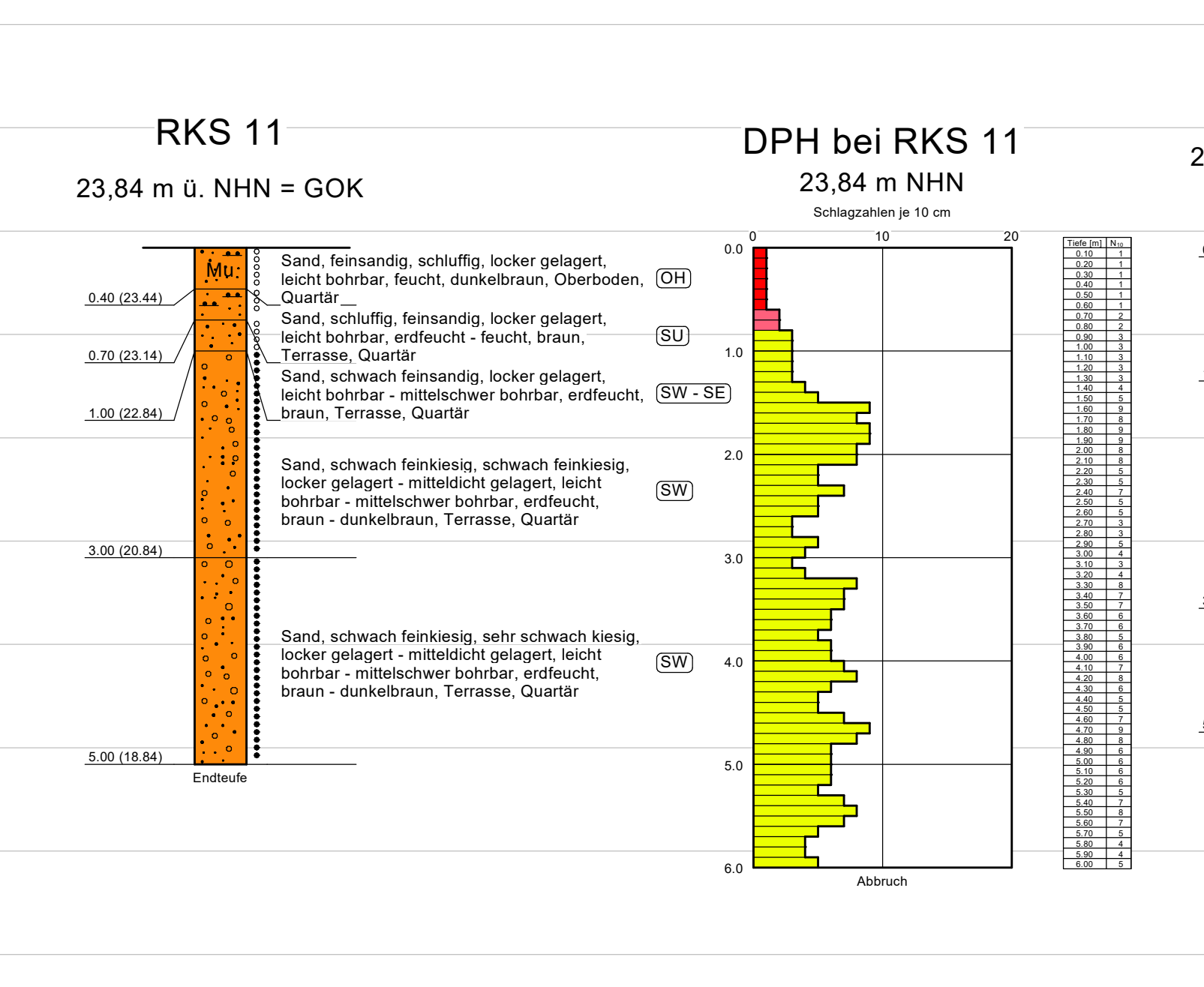
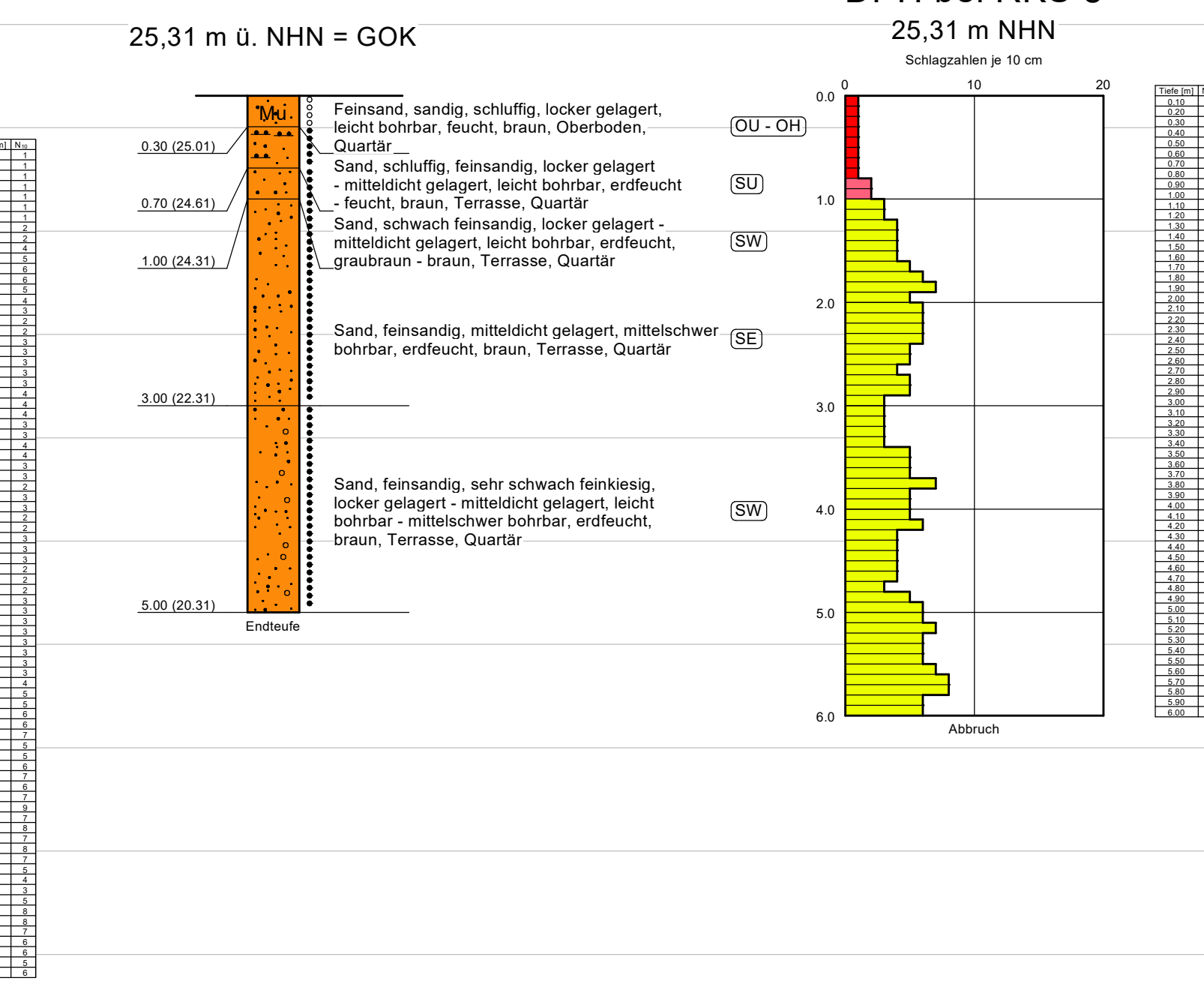
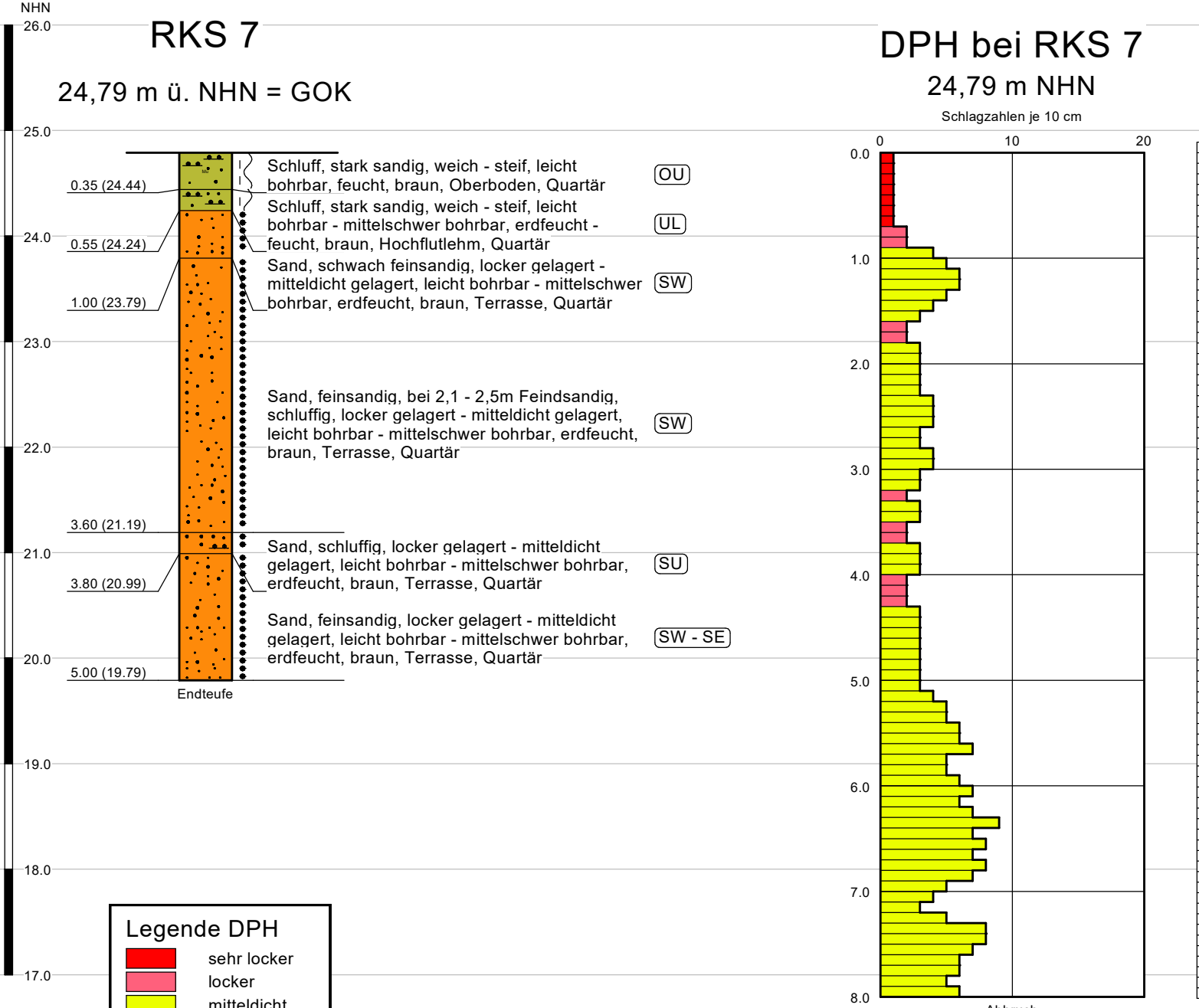


Anlage 7.1 bis 7.3

Schnitte der Sondierungen

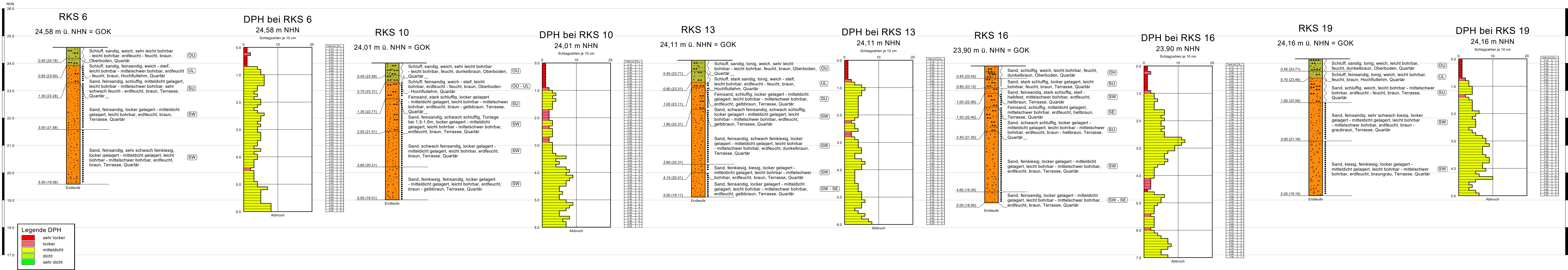
**221311-1 Voerde
Hallenneubau**





Legende DPH

- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht





Anlage 8

Ergebnisse der chemischen Analytik

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 02.09.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025 221311 Voerde, M. Kimm**
 Analysennr. **506096 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Probeneingang **31.08.2022**
 Probenahme **23.08.2022 - 24.08.2022**
 Probenehmer **Auftraggeber (M. Kimm)**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

| Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|---------------------------------------|---------------------------|-----------|---|
| Analyse in der Gesamtfraction | | | DIN 19747 : 2009-07 |
| Trockensubstanz % | 92,9 | 0,1 | DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) % | 0,50 | 0,1 | DIN EN 15936 : 2012-11 |
| EOX mg/kg | <1,0 | 1 | DIN 38414-17 : 2017-01 |
| Königswasseraufschluß | | | DIN EN 13657 : 2003-01 |
| Arsen (As) mg/kg | 8,0 | 0,8 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) mg/kg | 19 | 2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) mg/kg | <0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) mg/kg | 22 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) mg/kg | 11 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) mg/kg | 23 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) mg/kg | 0,09 | 0,05 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Thallium (Tl) mg/kg | 0,2 | 0,1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Zink (Zn) mg/kg | 55 | 2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) mg/kg | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 mg/kg | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Naphthalin mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Acenaphthylen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Acenaphthen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Fluoren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Phenanthren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Anthracen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Fluoranthren mg/kg | 0,16 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Pyren mg/kg | 0,12 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(a)anthracen mg/kg | 0,08 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Chrysen mg/kg | 0,08 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(b)fluoranthren mg/kg | 0,11 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(k)fluoranthren mg/kg | 0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(a)pyren mg/kg | 0,09 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Dibenz(ah)anthracen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(ghi)perylen mg/kg | 0,07 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren mg/kg | 0,07 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| PAK-Summe (nach EPA) mg/kg | 0,83 ^{x)} | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " *) " gekennzeichnet.

Datum 02.09.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025 221311 Voerde, M. Kimm**
 Analysennr. **506096 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

| | Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|--------------------------------|---------|-------------|-----------|---|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | 0,02 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Eluat

| | | | | |
|---------------------------|-------|---------|--------|------------------------------|
| Eluaterstellung | | | | DIN 38414-4 : 1984-10 |
| Temperatur Eluat | °C | 21,7 | 0 | DIN 38404-4 : 1976-12 |
| pH-Wert | | 7,0 | 0 | DIN 38404-5 : 2009-07 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 30 | 10 | DIN EN 27888 : 1993-11 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN ISO 15923-1 : 2014-07 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 6,0 | 2 | DIN ISO 15923-1 : 2014-07 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 : 1999-12 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.
 Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (0)8765 93996-28
www.agrolab.de



Datum 02.09.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025** 221311 Voerde, M. Kimm
Analysennr. **506096** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 1**

verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 31.08.2022
Ende der Prüfungen: 02.09.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr.-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 02.09.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025 221311 Voerde, M. Kimm**
 Analysenr. **506098 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Probeneingang **31.08.2022**
 Probenahme **23.08.2022 - 24.08.2022**
 Probenehmer **Auftraggeber (M. Kimm)**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Einheit Ergebnis Best.-Gr. Methode

Feststoff

| Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|---------------------------------------|-------------|-----------|---|
| Analyse in der Gesamtfraction | | | DIN 19747 : 2009-07 |
| Trockensubstanz % | 97,4 | 0,1 | DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) % | <0,1 | 0,1 | DIN EN 15936 : 2012-11 |
| EOX mg/kg | <1,0 | 1 | DIN 38414-17 : 2017-01 |
| Königswasseraufschluß | | | DIN EN 13657 : 2003-01 |
| Arsen (As) mg/kg | 4,2 | 0,8 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) mg/kg | 5 | 2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) mg/kg | <0,2 | 0,2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) mg/kg | 8 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) mg/kg | 5 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) mg/kg | 12 | 1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Thallium (Tl) mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Zink (Zn) mg/kg | 22 | 2 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) mg/kg | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 mg/kg | <50 | 50 | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 |
| Naphthalin mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Acenaphthylen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Acenaphthen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Fluoren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Phenanthren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Anthracen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Fluoranthen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Pyren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(a)anthracen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Chrysen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(b)fluoranthen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(k)fluoranthen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(a)pyren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Dibenz(ah)anthracen mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Benzo(ghi)perylene mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN 38414-23 : 2002-02 |
| PAK-Summe (nach EPA) mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol " *) " gekennzeichnet.

Datum 02.09.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025 221311 Voerde, M. Kimm**
 Analysennr. **506098 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

| | Einheit | Ergebnis | Best.-Gr. | Methode |
|--------------------------------|---------|----------|-----------|---|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | 0,02 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | 0,1 | DIN EN ISO 22155 : 2016-07 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | 0,005 | DIN EN 15308 : 2016-12 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | | Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter |

Eluat

| | | | | |
|---------------------------|-------|---------|--------|------------------------------|
| Eluaterstellung | | | | DIN 38414-4 : 1984-10 |
| Temperatur Eluat | °C | 21,8 | 0 | DIN 38404-4 : 1976-12 |
| pH-Wert | | 7,1 | 0 | DIN 38404-5 : 2009-07 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 10 | 10 | DIN EN 27888 : 1993-11 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN ISO 15923-1 : 2014-07 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 2 | DIN ISO 15923-1 : 2014-07 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,01 | DIN EN ISO 14402 : 1999-12 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,005 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0002 | DIN EN ISO 12846 : 2012-08 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,05 | DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 |

*Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die*

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH

Dr.-Pauling-Str. 3, 84079 Bruckberg, Germany
Fax: +49 (08765) 93996-28
www.agrolab.de



Datum 02.09.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3319025** 221311 Voerde, M. Kimm
Analysenr. **506098** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 2**

Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 31.08.2022
Ende der Prüfungen: 02.09.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362304 221311 Voerde M. Kimm
638788 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 3

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|----------------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 86,0 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 1,01 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 6,5 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 23 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,3 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 36 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 11 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 21 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | 0,06 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,2 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 58 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | 0,08 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | 0,17 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | 0,17 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | 0,10 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | 0,11 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | 0,15 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | 0,06 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | 0,13 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | <0,10 m) | | | | | 0,1 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | 0,06 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | 1,03 x) | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362304** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638788** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 3**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 16,4 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 7,4 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 30 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 2,8 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-13789114-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362304** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638788** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 3**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

m) Die Nachweis-, bzw. Bestimmungsgrenze musste erhöht werden, da Matrixeffekte bzw. Substanzüberlagerungen eine Quantifizierung erschweren.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 09.12.2022

Ende der Prüfungen: 14.12.2022

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

**AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de**

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362304** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638788** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 3**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylen
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO4)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362522 221311 Voerde M. Kimm**
 Analysenr. **639804 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Probeneingang **12.12.2022**
 Probenahme **11.12.2022**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 4**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|----------------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 84,9 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 0,95 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 6,9 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 26 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,3 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 23 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 13 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 15 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | <0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,2 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 68 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | 0,06 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | 0,14 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | 0,14 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | 0,07 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | 0,08 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | 0,11 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | 0,08 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | 0,07 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | 0,07 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | 0,82 x) | 3 | <=30 | 1 | 3 | |
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362522** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **639804** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 4**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.

| Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|----------|--------|------------|-----|---------|-----------|
| <i>cis-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>trans-1,2-Dichlorethen</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Trichlormethan</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>1,1,1-Trichlorethan</i> | mg/kg | <0,02 | | | | 0,02 |
| <i>Trichlorethen</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Tetrachlormethan</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Tetrachlorethen</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | 1 | |
| <i>Benzol</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Toluol</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Ethylbenzol</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>m,p-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>o-Xylol</i> | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| <i>Cumol</i> | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| <i>Styrol</i> | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | 1 | |
| <i>PCB (28)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (52)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (101)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (118)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (138)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (153)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| <i>PCB (180)</i> | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 17,0 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 6,8 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 34 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362522** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **639804** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 4**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 12.12.2022

Ende der Prüfungen: 14.12.2022

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362522** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **639804** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 4**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraktion

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO4)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362292 221311 Voerde M. Kimm
638748 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 5

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|---------------------------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 87,7 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 1,02 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 7,0 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 25 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | 0,4 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 21 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 10 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 15 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | 0,08 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,2 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 67 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | 0,08 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | 0,21 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | 0,19 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | 0,08 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | 0,13 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | 0,15 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | 0,12 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | 0,08 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | 0,09 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | 1,13 ^{x)} | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362292** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638748** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 5**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 15,3 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 6,4 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 14 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-1378913-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362292** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638748** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 5**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 09.12.2022

Ende der Prüfungen: 14.12.2022

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362292** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638748** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 5**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO4)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362297 221311 Voerde M. Kimm
638766 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 6

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraction | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--|---------|----------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 86,8 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 0,43 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| Aufschluss Chlorid | | | | | | | |
| Chlorid (Cl) ^{u)*)} | mg/kg | <10 | | | | | 10 |
| Sulfat ^{u)*)} | mg/kg | 291 | | | | | 100 |
| Sulfid, gesamt ^{v)} | mg/kg | 11 | | | | | 5 |
| Säuregrad n. Baumann-Gully ^{*)} | ml/kg | 110 | | | | | 1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 7,6 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 14 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 25 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 12 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 19 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | 0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,2 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 55 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362297** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638766** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 6**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|----------|--------|------------|------|---------|-----------|
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | 3 | <=30 | 1 | 3 |
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 15,7 | | | | 0 | |
| pH-Wert | | 7,5 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 32 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362297 221311 Voerde M. Kimm**
 Analysenr. **638766 Mineralisch/Anorganisches Material**
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 6**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|------------------|---------|-------------------|--------|------------|--------|---------|-----------|
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
 Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Untersuchung durch

(PL) AWW-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 4030 (mod.); DIN 4030-2 : 2008-06

Extern bereitgestellte Dienstleistung durch

(EH) Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL Freiberg, Lindenstraße 11, 09627 Bobritzsch-Hilbersdorf, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14081-01-00 DAkkS

Methoden

DIN 4030-2 : 2008-06

Beginn der Prüfungen: 09.12.2022

Ende der Prüfungen: 03.01.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700

serviceteam4.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362297** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638766** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 6**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN 4030 (mod.)^(PL) u *) : Sulfat

DIN 4030-2 : 2008-06^(PL) u *) : Chlorid (Cl)

DIN 4030-2 : 2008-06^{*} : Säuregrad n. Baumann-Gully

DIN 4030-2 : 2008-06^(EH) v) : Sulfid, gesamt

DIN 4030-2 : 2008-06 : Aufschluss Chlorid

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

v) externe Dienstleistung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362313 221311 Voerde M. Kimm
638817 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 7

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraction | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|---------------------------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 84,4 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 0,46 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 7,5 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 16 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 25 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 10 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 15 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | 0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,2 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 49 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | 0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | 0,07 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | 0,12 ^{x)} | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362313** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638817** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 7**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 16,9 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 6,5 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 21 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 3,4 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-13789447-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362313** 221311 Voerde M. Kimm
Analysennr. **638817** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 7**

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Beginn der Prüfungen: 09.12.2022

Ende der Prüfungen: 14.12.2022

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362313** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638817** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 7**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylen
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362285 221311 Voerde M. Kimm
638710 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
19.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 8

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|-------------|----------|----------------|----------|----------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 92,5 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 0,39 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 7,4 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 14 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 21 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 12 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 20 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | <0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | 0,1 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 49 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362285** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638710** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 8**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 15,7 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 7,7 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 11 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 3,9 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-13788385-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362285** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638710** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 8**

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar. Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 09.12.2022
Ende der Prüfungen: 14.12.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich mit dem Symbol "°" gekennzeichnete Verfahren sind mit dem Symbol "°*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362285** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638710** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 8**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylen
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362301 221311 Voerde M. Kimm
638773 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 9

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|-------------|----------|----------------|----------|----------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 96,3 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | <0,1 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 4,7 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 5 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 12 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 6 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 15 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | <0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | <0,1 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 23 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362301** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638773** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 9**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 15,2 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 7,5 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 13 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 2,3 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-13788079-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362301** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638773** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 9**

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar. Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 09.12.2022
Ende der Prüfungen: 14.12.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich mit dem Symbol "°" gekennzeichnete Verfahren sind mit dem Symbol "°*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362301** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638773** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 9**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362316 221311 Voerde M. Kimm
638832 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 10

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|-------------|----------|----------------|----------|----------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 95,6 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | <0,1 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 3,7 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 4 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 9 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 5 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 12 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | <0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | <0,1 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 19 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylene | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | 3 | <=30 | 1 | 3 | |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362316** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638832** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 10**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|---------|----------|-----|------------|------|---------|-----------|
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 | |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 | |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 | |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 14,7 | | | | | 0 |
| pH-Wert | | 7,9 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 15 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | 2,7 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

DOC-0-13789115-DE-P2

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362316** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638832** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 10**

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar. Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

*Beginn der Prüfungen: 09.12.2022
Ende der Prüfungen: 14.12.2022*

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700
serviceteam4.bruckberg@agrolab.de
Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "°" gekennzeichnet.

Datum 14.12.2022
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362316** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638832** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 10**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraction

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthen Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthen Benzo(k)fluoranthen Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

AGROLAB Labor GmbH, Dr-Pauling-Str.3, 84079 Bruckberg

BBU Dr. Schubert GmbH & Co. KG
 Glockenplatz 1
 Eberschütz
 34388 Trendelburg

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag
 Analysenr.
 Probeneingang
 Probenahme
 Probenehmer
 Kunden-Probenbezeichnung

3362310 221311 Voerde M. Kimm
638806 Mineralisch/Anorganisches Material
09.12.2022
29.11.2022 - 01.12.2022
Auftraggeber (M. Kimm)
MP 11

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

Einheit Ergebnis Z0* Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0* Best.-Gr.

Feststoff

| Analyse in der Gesamtfraktion | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|---------------------------------|---------|----------|-----|------------|-----|---------|-----------|
| Trockensubstanz | % | 95,0 | | | | | 0,1 |
| Kohlenstoff(C) organisch (TOC) | % | 0,1 | 0,5 | <=1 | | | 0,1 |
| Aufschluss Chlorid | | | | | | | |
| Chlorid (Cl) | mg/kg | <10 | | | | | 10 |
| Sulfat | mg/kg | 421 | | | | | 100 |
| Sulfid, gesamt | mg/kg | 14 | | | | | 5 |
| Säuregrad n. Baumann-Gully | ml/kg | 34 | | | | | 1 |
| EOX | mg/kg | <1,0 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Königswasseraufschluß | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | 4,6 | 15 | | 20 | 15/20 | 0,8 |
| Blei (Pb) | mg/kg | 7 | 140 | | 100 | 140 | 2 |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | <0,2 | 1 | | 0,6 | 1 | 0,2 |
| Chrom (Cr) | mg/kg | 10 | 120 | | 50 | 120 | 1 |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | 16 | 80 | | 40 | 80 | 1 |
| Nickel (Ni) | mg/kg | 17 | 100 | | 40 | 100 | 1 |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | <0,05 | 1 | | 0,3 | 1 | 0,05 |
| Thallium (Tl) | mg/kg | <0,1 | 0,7 | | | 0,7 | 0,1 |
| Zink (Zn) | mg/kg | 32 | 300 | | 120 | 300 | 6 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) | mg/kg | <50 | 200 | | | 200 | 50 |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | <50 | 400 | <=500 | 100 | 400 | 50 |
| Naphthalin | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthylen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Acenaphthen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Phenanthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Pyren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Chrysen | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(b)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |
| Benzo(k)fluoranthren | mg/kg | <0,05 | | | | | 0,05 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362310** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638806** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 11**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|--------------------------------|----------|--------|------------|------|---------|-----------|
| Benzo(a)pyren | mg/kg | <0,05 | 0,6 | | 0,6 | 0,05 |
| Dibenz(ah)anthracen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Benzo(ghi)perylen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | n.b. | 3 | <=30 | 1 | 3 |
| Dichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| cis-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| trans-1,2-Dichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Trichlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| 1,1,1-Trichlorethan | mg/kg | <0,02 | | | | 0,02 |
| Trichlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Tetrachlormethan | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Tetrachlorethen | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| LHKW - Summe | mg/kg | n.b. | 1 | | | 1 |
| Benzol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Toluol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Ethylbenzol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| m,p-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| o-Xylol | mg/kg | <0,05 | | | | 0,05 |
| Cumol | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| Styrol | mg/kg | <0,1 | | | | 0,1 |
| Summe BTX | mg/kg | n.b. | 1 | <=6 | | 1 |
| PCB (28) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (52) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (101) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (118) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (138) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (153) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB (180) | mg/kg | <0,005 | | | | 0,005 |
| PCB-Summe | mg/kg | n.b. | | <=1 | | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | n.b. | 0,1 | | 0,02 | 0,1 |

Eluat

| | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|
| Eluaterstellung | | | | | | | |
| Temperatur Eluat | °C | 15,6 | | | | 0 | |
| pH-Wert | | 6,8 | 6,5-9,5 | 5,5-13 | 7-12,5 | 6,5-9,5 | 0 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | 10 | 250 | | 500 | 250 | 10 |
| Chlorid (Cl) | mg/l | <2,0 | 30 | <=80 | 10 | 30 | 2 |
| Sulfat (SO4) | mg/l | <2,0 | 20 | <=100 | 50 | 50 | 2 |
| Phenolindex | mg/l | <0,01 | 0,02 | <=0,1 | <0,01 | 0,02 | 0,01 |
| Cyanide ges. | mg/l | <0,005 | 0,005 | | | 0,005 | 0,005 |
| Arsen (As) | mg/l | <0,005 | 0,014 | <=0,05 | 0,01 | 0,014 | 0,005 |
| Blei (Pb) | mg/l | <0,005 | 0,04 | <=0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,005 |
| Cadmium (Cd) | mg/l | <0,0005 | 0,0015 | <=0,004 | 0,002 | 0,0015 | 0,0005 |
| Chrom (Cr) | mg/l | <0,005 | 0,0125 | <=0,05 | 0,015 | 0,0125 | 0,005 |
| Kupfer (Cu) | mg/l | <0,005 | 0,02 | <=0,2 | 0,05 | 0,02 | 0,005 |
| Nickel (Ni) | mg/l | <0,005 | 0,015 | <=0,04 | 0,04 | 0,015 | 0,005 |

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
 Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362310** 221311 Voerde M. Kimm
 Analysennr. **638806** Mineralisch/Anorganisches Material
 Kunden-Probenbezeichnung **MP 11**

LAGA TR
 2004 Teil II: DepV 03/16 LAGA II. VwV Ba-
 1.2-2 /2 -3, Anh.3 1.4-5/1.4-6 Wü. Tab.
 Tab.2 DK 0 Z 0 6-1 Z0*

| | Einheit | Ergebnis | Z0* | Tab.2 DK 0 | Z 0 | 6-1 Z0* | Best.-Gr. |
|------------------|---------|----------|--------|------------|--------|---------|-----------|
| Quecksilber (Hg) | mg/l | <0,0002 | 0,0005 | <=0,001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0002 |
| Zink (Zn) | mg/l | <0,05 | 0,15 | <=0,4 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |

V3) Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.
 Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.
 Die parameterspezifischen analytischen Messunsicherheiten sowie Informationen zum Berechnungsverfahren sind auf Anfrage verfügbar, sofern die berichteten Ergebnisse oberhalb der parameterspezifischen Bestimmungsgrenze liegen. Die Mindestleistungskriterien der angewandten Verfahren beruhen bezüglich der Messunsicherheit in der Regel auf der Richtlinie 2009/90/EG der Europäischen Kommission.

Die Einwaage zur Untersuchung auf leichtflüchtige organische Substanzen erfolgte im Labor aus der angelieferten Originalprobe. Dieses Vorgehen könnte einen Einfluss auf die Messergebnisse haben.

Die Analysenwerte der Feststoffparameter beziehen sich auf die Trockensubstanz, bei den mit ° gekennzeichneten Parametern auf die Originalsubstanz.

Untersuchung durch

(PL) AWW-Dr. Busse GmbH, Plauen (AGROLAB GROUP), Jößnitzer Str. 113, 08525 Plauen

Methoden

DIN 4030 (mod.); DIN 4030-2 : 2008-06

Extern bereitgestellte Dienstleistung durch

(EH) Eurofins Umwelt Ost GmbH, NL Freiberg, Lindenstraße 11, 09627 Bobritzsch-Hilbersdorf, für die zitierte Methode akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Akkreditierungsverfahren: D-PL-14081-01-00 DAkkS

Methoden

DIN 4030-2 : 2008-06

Beginn der Prüfungen: 09.12.2022

Ende der Prüfungen: 03.01.2023

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die geprüften Gegenstände. In Fällen, wo das Prüflabor nicht für die Probenahme verantwortlich war, gelten die berichteten Ergebnisse für die Proben wie erhalten. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig. Die Ergebnisse in diesem Prüfbericht werden gemäß der mit Ihnen schriftlich gemäß Auftragsbestätigung getroffenen Vereinbarung in vereinfachter Weise i.S. der DIN EN ISO/IEC 17025:2018, Abs. 7.8.1.3 berichtet.

AGROLAB Labor GmbH, Manfred Kanzler, Tel. 08765/93996-700

serviceteam4.bruckberg@agrolab.de

Kundenbetreuung

Dieser elektronisch übermittelte Ergebnisbericht wurde geprüft und freigegeben. Er entspricht den Anforderungen der EN ISO/IEC 17025:2017 an vereinfachte Ergebnisberichte und ist ohne Unterschrift gültig.

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

Datum 03.01.2023
Kundennr. 27055138

PRÜFBERICHT

Auftrag **3362310** 221311 Voerde M. Kimm
Analysenr. **638806** Mineralisch/Anorganisches Material
Kunden-Probenbezeichnung **MP 11**

Methodenliste

Feststoff

Berechnung aus Messwerten der Einzelparameter : PAK-Summe (nach EPA) LHKW - Summe Summe BTX PCB-Summe
PCB-Summe (6 Kongenere)

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Thallium (Tl) Zink (Zn)

DIN EN ISO 22155 : 2016-07 : Dichlormethan cis-1,2-Dichlorethen trans-1,2-Dichlorethen Trichlormethan 1,1,1-Trichlorethan Trichlorethen
Tetrachlormethan Tetrachlorethen Benzol Toluol Ethylbenzol m,p-Xylol o-Xylol Cumol Styrol

DIN EN 13657 : 2003-01 : Königswasseraufschluß

DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 : Kohlenwasserstoffe C10-C22 (GC) Kohlenwasserstoffe C10-C40

DIN EN 14346 : 2007-03, Verfahren A : Trockensubstanz

DIN EN 15936 : 2012-11 : Kohlenstoff(C) organisch (TOC)

DIN 19747 : 2009-07 : Analyse in der Gesamtfraktion

DIN 38414-17 : 2017-01 : EOX

DIN 4030 (mod.)^(PL) u *) : Sulfat

DIN 4030-2 : 2008-06^(PL) u *) : Chlorid (Cl)

DIN 4030-2 : 2008-06^{*} : Säuregrad n. Baumann-Gully

DIN 4030-2 : 2008-06^(EH) v) : Sulfid, gesamt

DIN 4030-2 : 2008-06 : Aufschluss Chlorid

DIN EN 15308 : 2016-12 : PCB (28) PCB (52) PCB (101) PCB (118) PCB (138) PCB (153) PCB (180)

DIN 38414-23 : 2002-02 : Naphthalin Acenaphthylen Acenaphthen Fluoren Phenanthren Anthracen Fluoranthren Pyren Benzo(a)anthracen
Chrysen Benzo(b)fluoranthren Benzo(k)fluoranthren Benzo(a)pyren Dibenz(ah)anthracen Benzo(ghi)perylene
Indeno(1,2,3-cd)pyren

Eluat

DIN EN ISO 12846 : 2012-08 : Quecksilber (Hg)

DIN EN ISO 14402 : 1999-12 : Phenolindex

DIN EN ISO 14403-2 : 2012-10 : Cyanide ges.

DIN EN ISO 17294-2 : 2017-01 : Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kupfer (Cu) Nickel (Ni) Zink (Zn)

DIN EN 27888 : 1993-11 : elektrische Leitfähigkeit

DIN ISO 15923-1 : 2014-07 : Chlorid (Cl) Sulfat (SO₄)

DIN 38404-4 : 1976-12 : Temperatur Eluat

DIN 38404-5 : 2009-07 : pH-Wert

DIN 38414-4 : 1984-10 : Eluaterstellung

u) externe Dienstleistung eines AGROLAB GROUP Labors

v) externe Dienstleistung

Die in diesem Dokument berichteten Verfahren sind gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Verfahren sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.



Anlage 9

Messwert-Grenzwert Gegenüberstellung der Schadstoffanalytik

**221311-1 Voerde
Hallenneubau**

| |
|--|
| |
| |
| |

| | | | PROBENBEZEICHNUNG | | | | | | | MP 1 | MP 2 | MP 3 | MP 4 | MP 5 | MP 6 | MP 7 | MP 8 | MP 9 | MP 10 | MP 11 | |
|-------------------------------|---------|---|-------------------|-----------|----------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|--|
| | | | Zuordnung Boden | | | | | | | Lehm | Sand | Lehm | Lehm | Lehm | Lehm | Lehm | Lehm | Sand | Sand | Sand | |
| PARAMETER | EINHEIT | METHODE | Z0 (SAND) | Z0 (LEHM) | Z0 (Ton) | Z0* | Z1.1 | Z1.2 | Z2 | Oberboden | | | Oberboden | | | Oberboden | | | | | |
| | | | Feststoff | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kohlenstoff(C) organisch (TC) | % | DIN EN 15936 : | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 5 | 0,5 | <0,1 | 1,01 | 0,95 | 1,02 | 0,43 | 0,46 | 0,39 | <0,1 | <0,1 | 0,1 | |
| Kohlenstoff(C) organisch (TC) | % | DIN EN 15936 : | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 5 | | | | | | | | | | | | |
| EOX | mg/kg | DIN 38414-17 : | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | <1,0 | |
| EOX | mg/kg | DIN 38414-17 : | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Cyanide ges. | mg/kg | DIN EN ISO 17380 : 2013-10 | | | | | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 10 | 15 | 20 | 15 | 45 | 45 | 150 | | | | | | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 10 | 15 | 20 | 15 | 45 | 45 | 150 | 8 | 4,2 | 6,5 | 6,9 | 7 | 7,6 | 7,5 | 7,4 | 4,7 | 3,7 | 4,6 | |
| Blei (Pb) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 40 | 70 | 100 | 140 | 210 | 210 | 700 | | | | | | | | | | | | |
| Blei (Pb) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 40 | 70 | 100 | 140 | 210 | 210 | 700 | 19 | 5 | 23 | 26 | 25 | 14 | 16 | 14 | 5 | 4 | 7 | |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 0,4 | 1 | 1,5 | 1 | 3 | 3 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Cadmium (Cd) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 0,4 | 1 | 1,5 | 1 | 3 | 3 | 10 | <0,2 | <0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | <0,2 | |
| Chrom (Cr) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 30 | 60 | 100 | 120 | 180 | 180 | 600 | | | | | | | | | | | | |
| Chrom (Cr) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 30 | 60 | 100 | 120 | 180 | 180 | 600 | 22 | 8 | 36 | 23 | 21 | 25 | 25 | 21 | 12 | 9 | 10 | |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 20 | 40 | 60 | 80 | 120 | 120 | 400 | | | | | | | | | | | | |
| Kupfer (Cu) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 20 | 40 | 60 | 80 | 120 | 120 | 400 | 11 | 5 | 11 | 13 | 10 | 12 | 10 | 12 | 6 | 5 | 16 | |
| Nickel (Ni) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 15 | 50 | 70 | 100 | 150 | 150 | 500 | | | | | | | | | | | | |
| Nickel (Ni) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 15 | 50 | 70 | 100 | 150 | 150 | 500 | 23 | 12 | 21 | 15 | 15 | 19 | 15 | 20 | 15 | 12 | 17 | |
| Quecksilber (Hg) | mg/kg | DIN EN ISO 128 | 0,1 | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 | 5 | 0,09 | <0,05 | 0,06 | <0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | |
| Thallium (Tl) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 0,4 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 | 0,2 | <0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | |
| Zink (Zn) | mg/kg | DIN EN ISO 118 | 60 | 150 | 200 | 300 | 450 | 450 | 1500 | | | | | | | | | | | | |
| Zink (Zn) | mg/kg | DIN EN ISO 172 | 60 | 150 | 200 | 300 | 450 | 450 | 1500 | 55 | 22 | 58 | 68 | 67 | 55 | 49 | 49 | 23 | 19 | 32 | |
| Kohlenwasserstoffe C10-C22 | mg/kg | DIN EN 14039 : 2005-01 + LAGA KW/04 : 2019-09 | | | | 200 | 300 | 300 | 1000 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | DIN EN 14039 : | 100 | 100 | 100 | 400 | 600 | 600 | 2000 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | <50 | |
| Kohlenwasserstoffe C10-C40 | mg/kg | DIN EN 14039: | 100 | 100 | 100 | 400 | 600 | 600 | 2000 | | | | | | | | | | | | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | DIN 38414-23 : | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 3 | 0,09 | <0,05 | 0,13 | 0,08 | 0,12 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | |
| Benzo(a)pyren | mg/kg | DIN ISO 18287 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | Berechnung aus | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 30 | 0,83 | n.b. | 1,03 | 0,82 | 1,13 | n.b. | 0,12 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| PAK-Summe (nach EPA) | mg/kg | Berechnung aus | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 30 | | | | | | | | | | | | |
| LHKW - Summe | mg/kg | Berechnung aus | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| Summe BTX | mg/kg | Berechnung aus | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| PCB-Summe (6 Kongenere) | mg/kg | Berechnung aus | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,5 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |
| | | | Eluat | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH-Wert | | DIN EN ISO 105 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 12 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| pH-Wert | | DIN 38404-5 : 2 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 12 | 12 | 7 | 7,1 | 7,4 | 6,8 | 6,4 | 7,5 | 6,5 | 7,7 | 7,5 | 7,9 | 6,8 | |
| pH-Wert | | DIN 38404-5 : 2 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 12 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | DIN EN 27888 : | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1500 | 2000 | 30 | 10 | 30 | 34 | 14 | 32 | 21 | 11 | 13 | 15 | 10 | |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | DIN EN 27888 : | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1500 | 2000 | | | | | | | | | | | | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | DIN ISO 15923- | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 50 | 100 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | |
| Chlorid (Cl) | mg/l | DIN EN ISO 103 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 50 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| Sulfat (SO4) | mg/l | DIN ISO 15923- | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 200 | 6 | <2,0 | 2,8 | <2,0 | <2,0 | <2,0 | 3,4 | 3,9 | 2,3 | 2,7 | <2,0 | |
| Sulfat (SO4) | mg/l | DIN EN ISO 103 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 50 | 200 | | | | | | | | | | | | |
| Phenolindex | mg/l | DIN EN ISO 144 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,1 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | |
| Phenolindex | mg/l | DIN EN ISO 144 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,1 | | | | | | | | | | | | |
| Phenolindex | µg/l | DIN EN ISO 144 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| Cyanide ges. | mg/l | DIN EN ISO 144 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Cyanide ges. | µg/l | DIN EN ISO 144 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| Arsen (As) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,02 | 0,06 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Arsen (As) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 20 | 60 | | | | | | | | | | | | |
| Blei (Pb) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,2 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Blei (Pb) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 80 | 200 | | | | | | | | | | | | |
| Cadmium (Cd) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0015 | 0,0015 | 0,003 | 0,006 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | <0,0005 | |
| Cadmium (Cd) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | | | | | | | | | | | | |
| Chrom (Cr) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,0125 | 0,0125 | 0,0125 | 0,0125 | 0,0125 | 0,025 | 0,06 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Chrom (Cr) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 25 | 60 | | | | | | | | | | | | |
| Kupfer (Cu) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,1 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Kupfer (Cu) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 60 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| Nickel (Ni) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,02 | 0,07 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 | |
| Nickel (Ni) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | 70 | | | | | | | | | | | | |
| Quecksilber (Hg) | mg/l | DIN EN ISO 128 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,0005 | 0,001 | 0,002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | <0,0002 | |
| Quecksilber (Hg) | µg/l | DIN EN ISO 128 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| Zink (Zn) | mg/l | DIN EN ISO 172 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,2 | 0,6 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 | |
| Zink (Zn) | µg/l | DIN EN ISO 172 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200 | 600 | | | | | | | | | | | | |

| |
|--------------------------|
| Überschreitung Z0 (Sand) |
| Überschreitung Z0 (Lehm) |
| Überschreitung Z0 (Ton) |
| Überschreitung Z0* |
| Überschreitung Z1.1 |
| Überschreitung Z1.2 |
| Überschreitung Z2 |