

## GEOTECHNISCHER BERICHT

Projekt: Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering



Quelle: Deutsche Post DHL Group

### - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Auftraggeber: DEUTSCHE POST DHL  
CORPORATE REAL ESTATE MANAGEMENT GMBH  
Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn

Auftragnehmer: KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH  
Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Projekt-Nr.: 20 12 52 / B-IV

Lippstadt, den 18. September 2023

- INHALTSVERZEICHNIS -

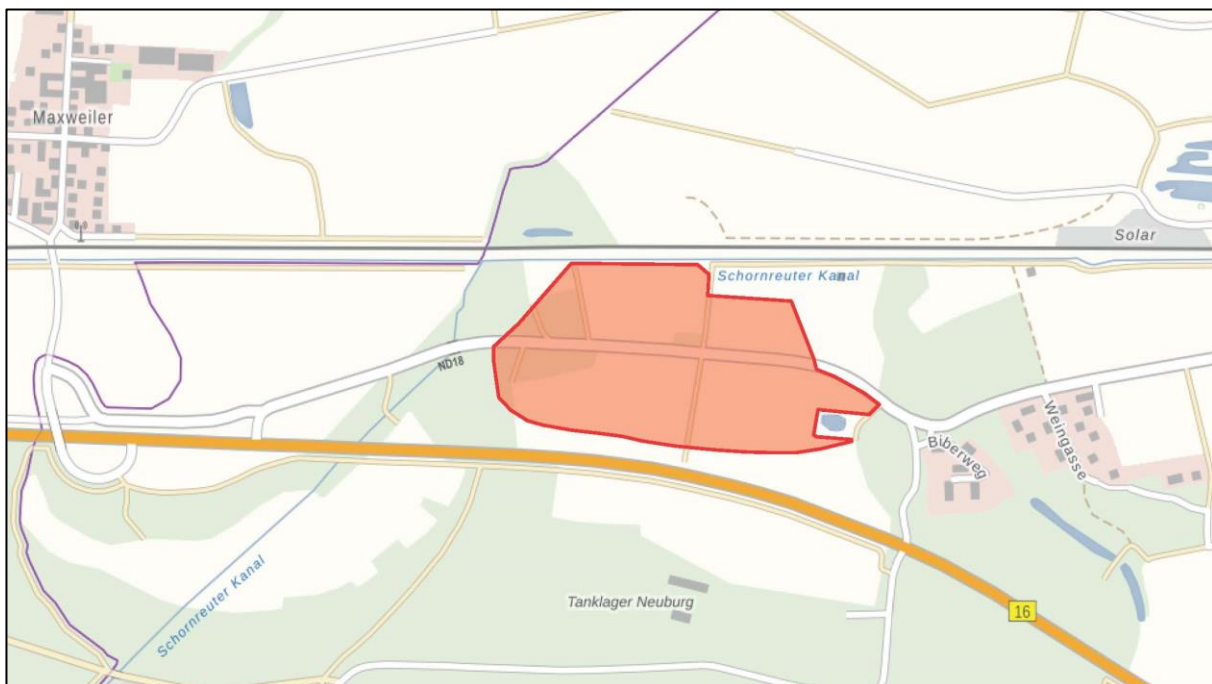
<b>1. <u>AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE</u></b>	<b>4</b>
<b>2. <u>UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</u></b>	<b>11</b>
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	11
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	22
2.3 BESTIMMUNG DER STAHL- UND BETONAGGRESSIVITÄT	33
2.4 BESTIMMUNG PERFLUORIERTER TENSIDE (PFAS)	34
2.5 VERSICKERUNGSVERSUCHE IM GELÄNDE	35
2.6 WASSERRECHTLICHE BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	39
2.7 HINWEISGEBUNGEN ZUR ERRICHTUNG DER VERSICKERUNGSMULDEN	42
2.8 ZUSÄTZLICHE MAßNAHMEN ZUR VERTEILUNG VON SICKERWÄSSERN	46
<b>3. <u>CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES BODENS</u></b>	<b>49</b>
3.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN GEM. VERFÜLL-LEITFADEN	56
3.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN GEM. EBV	57
3.3 BEWERTUNG DER OBERBODEN-MISCHPROBEN	59
3.4 ANMERKUNGEN ZUR BEHANDLUNG DER AUSHUBMASSEN	63
3.5 ANMERKUNGEN ZUM RÜCKBAU DER KREISSTRAßE	64
3.5.1 RÜCKBAU DER SCHWARZDECKEN	64
3.5.2 RÜCKBAU UNGEBUNDENER SCHICHTEN	68
<b>4. <u>INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG</u></b>	<b>70</b>
4.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	70
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPH)	79
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	85
4.4 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	88
4.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	94

<b>5. HINWEISGEBUNG ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</b>	<b>96</b>
5.1 ALLGEMEINE HINWEISGEBUNGEN	97
5.2 ERRICHTUNG LÄRMSCHUTZWÄNDE	108
5.3 ERRICHTUNG PARKHAUS	119
5.3.1 ERRICHTUNG VON EINZELFUNDAMENTEN	122
5.3.2 VERKEHRSFLÄCHEN (ERDGELAGERTE PARKDECKS / RAMPEN)	125
5.4 ERRICHTUNG ÜBERGABESTATION	130
5.4.1 AUSGLEICH VON MASSENDEFIZITEN / BODENPLATTENERRICHTUNG	133
5.4.2 ALTERNATIVE ERRICHTUNG VON STREIFEN-FUNDAMENTEN	137
5.5 ERRICHTUNG SPRINKLERZENTRALE	140
5.5.1 AUSGLEICH VON MASSENDEFIZITEN / BODENPLATTENERRICHTUNG	143
5.5.2 ALTERNATIVE ERRICHTUNG VON STREIFEN-FUNDAMENTEN	147
5.6 ERRICHTUNG KLÄRANLAGE	150
5.6.1 BAUTEILBEZOGENE / SPEZIELLE HINWEISGEBUNGEN	152
5.6.2 ERRICHTUNG DER KG-BODENPLATTE (PLATTENGRÜNDUNG)	157
5.7 HINWEISGEBUNG ERRICHTUNG PZ-GEBÄUDE / VERWALTUNGSTRAKT	160
5.7.1 AUSGLEICH VON MASSENDEFIZITEN / BODENPLATTENERRICHTUNG	164
5.7.2.1 VARIANTE 1: ERRICHTUNG VON EINZEL-FUNDAMENTEN	169
5.7.2.2 VARIANTE 2: ERRICHTUNG VON EINZEL-FUNDAMENTEN	171
5.8 STELL- UND BEWEGUNGSFLÄCHEN	174
5.8.1 ERRICHTUNG DER WINKELSTÜTZMAUER 1	184
5.9 HINWEISGEBUNG ZUR ERRICHTUNG VON KANÄLEN	186
5.9.1 ALLGEMEINE MAßNAHMENVORSCHLÄGE:	188
5.9.2 GRÜNDUNG DER KANÄLE	194
5.9.3 ALTERNATIVE HINWEISGEBUNG ZUR KANALVERLEGUNG (FLÜSSIGBODEN)	199
<b>6. ANLAGEN</b>	<b>201</b>

## 1. Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

Vorgang: In 86706 Weichering wird auf einem potentiellen Neubaugrundstück nördlich der Bundesstraße 'B16' und im Bereich der Kreisstraße 'ND18' der Bau eines Postzentrums auf aktuell unbebauten bzw. mit o.g. Kreisstraße bebauten Grundstücken vorgesehen. Im Zuge der Maßnahme wird die Kreisstraße zu verlegen sein.

Der Geltungsbereich des zugrunde liegenden vorhabenbezogenen Bebauungs- und Grünordnungsplans weist insgesamt eine Fläche von rund 18,5 ha auf. In Abbildung 1 ist das hier relevante Untersuchungsgebiet grob umrissen.



**Abb. 1:** Untersuchungsgebiet Paketzentrum (ohne Maßstab, grober Umgriff: rotes Polygon)

Beauftragung: Die DPDHL CREM GMBH (Fritz-Erlor-Straße 5, 53113 Bonn) beauftragte für den u.g. Bauherrn auf Grundlage eines Angebotes vom 23.08.2022 das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens ('Geotechnischer Bericht' - Hauptgutachten).

Der vorliegende Bericht (Az.-Nr. 20 12 52 / B) behandelt ausschließlich Fragestellungen zum Baugrund am Standort des Paketzentrums. Zu Aspekten des Straßen-, Wege- und Brückenbaus wurde ein separater Bericht erstellt (Az.-Nr. 20 12 52 / S; siehe Bericht [B1]).



## **Projektbeteiligte**

<u>Bauherr:</u>	DEUTSCHE POST AG Charles-de-Gaulle-Straße 20, 53250 Bonn
<u>Auftraggeber:</u>	DPDHL CREM GMBH Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn
<u>Planer:</u>	INGENIEURGESELLSCHAFT GIERSE – KLAUKE GMBH & CO. KG Emhildisstraße 16, 59782 Meschede
<u>Auftragnehmer:</u>	KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH Holzstraße 212, 59556 Lippstadt

Die Platzierung der Aufschlusspunkte im Gelände erfolgte zunächst auf Grundlage des planerischerseits am 10.08.2022 zur Verfügung gestellten Plans ´PZ Weichering – Geh- und Radwegführung entlang der ND 18 – Nord´ ([U1] Maßstab 1:500; Stand 09.08.2022). Die weiteren Hinweisgebungen berücksichtigen auch den planerischerseits am 10.02.2023 überstellten aktuellsten Lageplan ([U2] Gesamtlageplan Vorhabenplanung PZ Bereich; Maßstab 1:500; Stand 28.10.2022). Weiterhin werden die folgenden (aktuellsten) Unterlagen für die Hinweisgebungen des hier relevanten PZ-Grundstücks herangezogen:

- [U3] Übersichtslageplan Vorhaben- und Erschließungsplan  
(Maßstab 1:1.000; Stand 28.10.2022)
- [U4] Gesamtlageplan Entwässerungsanlagen / Infrastruktur  
(Maßstab 1:500; Stand 28.10.2022)
- [U5] Kanalschnitte – Anschlüsse an Kläranlage  
(Maßstab 1:50; Stand 09.02.2023)
- [U6] Detaillageplan – Anschlüsse an Kläranlage  
(Maßstab 1:50; Stand 23.09.2022)
- [U7] Bestandskataster mit Angabe der Eigentümer  
(Maßstab 1:2.000; Stand 03.08.2022)
- [U8] Draufsicht Kläranlage mit Maßketten Kanalanschlüsse  
(Maßstab 1:50; Stand 15.08.2022)
- [U9] Draufsicht Kläranlage mit Deckenhöhenpunkten  
(Maßstab 1:100; Stand 08.02.2023)
- [U10] Schnitt A-A bis G-G  
(Maßstab 1:100; Stand 28.10.2022)
- [U11] Schnitt H-H bis K-K  
(Maßstab 1:100; Stand 28.10.2022)
- [U12] Bauwerksplan Längsschnitt – Lärmschutzwand 1  
(Maßstab 1:100; Stand 28.10.2022)

- [U13] Längsschnitt und Querschnitt (Versickerungsmulde 600er-Seite)  
Konzeption zur Verteilung der Sickerwässer (Maßstab 1:50; Stand 08.09.2023)
- [U14] Detaillageplan (Versickerungsmulde 600er-Seite)  
Konzeption zur Verteilung der Sickerwässer (Maßstab 1:250; Stand 08.09.2023)
- [U15] Gesamtlageplan Vorhabenplanung PZ – Bereich (Offenlegung)  
(Maßstab 1:500; Stand 06.09.2023)

Berücksichtigt werden ebenfalls die Stellungnahmen der Träger öffentlicher Belange mit Stand vom 06.07.2022 (aktuellste, dem IB KLEEGRÄFE vorliegende Fassung) zum 'Vorhabenbezogenen Bebauungs- und Grünordnungsplan „Paketzentrum Weichering“ – 4. Änderung des Flächennutzungsplanes „Sondergebiet Paketzentrum Weichering“.

Die Lage der Baugrunderschließungen geht aus der Anlage 1.1 (Lageplan) hervor. Die Bohrungen wurden lage- und höhenmäßig mittels GNSS eingemessen (Bezug UTM32U, DHHN16 = m NHN; HST 170). Der Anlage 10.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Gelände (43. und 45.+46. KW 2022)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 40 mm)	109 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	109 Stück
	- Schwere Rammsondierungen (DPH)	77 Stück
	- Errichtung von Grundwassermessstellen DN 50	3 Stück
	- Versickerungsversuche im Gelände	13 Stück
16.02.2023	- Abstichsmessungen Grundwassermessstellen	3 Stück
22.06.2023	- Abstichsmessungen Grundwassermessstellen	3 Stück
	- Entnahme von Grundwasser-Pumpproben	3 Stück
30.08.2023	- Abstichsmessungen Grundwassermessstellen	3 Stück
	- Entnahme von Grundwasser-Pumpproben	3 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang BBodSchV (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2)	6 Stück
	- Deklarationsanalyse gem. Eckpunktepapier Bayern	6 Stück
	- Parameterumfang nach EBV (Boden/Baggergut)	2 Stück
	- Grundwasser: Parameterumfang Betonaggressivität	3 Stück
	- Grundwasser: Parameterumfang Stahlaggressivität	3 Stück
	- Grundwasser: Parameterumfang PFAS	3 Stück
Boden- mechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (DIN EN ISO 17892-4)	30 Stück
	- Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1)	30 Stück
	- Zustandsgrenzenbestimmung (DIN EN ISO 17892-12)	6 Stück
	- Glühverlustbestimmung (DIN 18 128)	8 Stück

**Tabelle 1:** Untersuchungsumfang 'Paketzentrum'

Nach einem Hinweis von planerischer Seite am 23.09.2022 wurden einzelne Aufschlusspunkte nochmals verlegt (B2, B21, B36 und B55).

Voruntersuchungen: Mit Datum vom 03.02.2021 wurde vom IB KLEEGRÄFE eine Aktennotiz zur 'historischen Recherche' [V1] vorgelegt. Mit Datum vom 01.03.2022 wurde des Weiteren ein Gutachten zur 'orientierenden Baugrunderkundung bzw. orientierenden Gründungsberatung' [V2] vom IB KLEEGRÄFE vorgelegt. Mit Datum vom 14.03.2023 wurde zudem ein geotechnischer Bericht [B1] zu den Straßenbaumaßnahmen am PZ Weichering als 'Baugrunderkundung' bzw. 'Gründungsberatung' vom IB KLEEGRÄFE vorgelegt. Auf relevante Inhalte aus [V1], [V2] und [B1] wird an geeigneter Stelle kurz eingegangen.

Lage: Die Gemeinde Weichering befindet sich im Nordosten des Landkreises Neuburg-Schrobenhausen im Regierungsbezirk Oberbayern. Des Weiteren befindet sie sich etwa 9 km südwestlich der kreisfreien Großstadt Ingolstadt. Das Untersuchungsgebiet ist rund 1,5 km westlich des Ortszentrums von Weichering gelegen und stellt sich aktuell überwiegend als land-/forstwirtschaftlich genutzte Fläche dar.

In nördlicher Richtung bildet der 'Schornreuter Kanal' die Begrenzung für die verschiedenen Maßnahmen. Nochmals nördlich davon verläuft die DB-Bahnstrecke 5381 'Ingolstadt – Neuoffingen'. Die östliche Grenze der hier relevanten Untersuchungen stellen Bereiche eines ehemaligen Bachlaufes und eines Waldstücks westlich von Weichering dar. In südlicher Richtung stellt die Bundesstraße B16 bzw. deren Beschränkungszone die Erkundungsgrenze dar. In westlicher Richtung schließt sich ein Waldgebiet (Biotop) an das Untersuchungsgebiet an.

Die Erschließung soll zukünftig aus westlicher bzw. südwestlicher Richtung über die (verlegte) Kreisstraße 'ND 18' erfolgen. Die aktuell bestehende Zuwegung aus östlicher Richtung wird in einen Wirtschaftsweg umgewandelt und soll zukünftig nicht mehr zur Erschließung des Areal dienen.

Vornutzung: Das untersuchte Areal wurde nach kartographischen Recherchen (BayernAtlas) offenbar ausschließlich forst- oder landwirtschaftlich genutzt. Die das Areal durchquerende Kreisstraße ND18 ist mit einer ähnlichen Lage bis vor 1900 belegbar. Die weiter südlich verlaufende B16 wurde dagegen erst ca. im Jahr 1993 errichtet, südlich des Untersuchungsgebietes als Neubau, weiter westlich als Aus-/Umbau der ursprünglichen Straßentrasse.

Bekannt ist AG-seits zudem, dass Senken im Boden in der Vergangenheit mit Schutt aufgefüllt worden sein sollen. Im aktuell untersuchten Bereich konnten hierfür keine konkreten Belege erbracht werden.

geplante Nutzung: Die aktuell etwa mittig des geplanten Paketzentrum-Standortes West-Ost orientiert verlaufende Kreisstraße ND18 soll etwa ab dem westlichen Ortsausgang von Weichering in einem Bogen in südlicher Richtung um das Paketzentrum herum geführt werden. Etwa 80 m östlich der bestehenden Straßenbrücke über den Schornreuter Kanal schwenkt die verlegte Trasse der ND18 über einen neu zu errichtenden Kreisverkehr wieder in die Bestandstrasse ein. Auf dem Areal des Paketzentrums sollen u.a. ein Parkhaus, eine Kläranlage, eine Sprinklerzentrale mit Tanks, ein Verwaltungstrakt und die eigentliche Frachthalle des PZ errichtet werden. Zwischen den Gebäuden werden Stell- und Bewegungsflächen geplant. Daneben wird die Errichtung von mehreren Lärmschutzwänden geplant. Im Südosten des Standortes wird der Neubau von zwei Versickerungsmulden vorgesehen.

Bauteil Energiespeicher: Mit aktuellster Planung (siehe [U15]) wird die Errichtung eines Energiespeichers auf der 100er-Seite, nördlich der Heizzentrale vorgesehen. Aufgrund der aktuell noch nicht geklärten Energieversorgung und da das Bauteil nicht Bestandteil der angebotensrelevanten Planungen war, wurden hier keine bauteilbezogenen Untergrundaufschlüsse durchgeführt. Entsprechend beinhaltet dieses Gutachten keine Hinweisgebungen zur Errichtung der Energiespeicher.

Altlasten: Eine Auskunft aus den Altlastenkataster ergab, dass die Fläche dort nicht ausgeführt ist (siehe [V1]).

Vorfluter/Feuchtgebiet: Der 'Schornreuter Kanal' verläuft z.T. unmittelbar nördlich des Untersuchungsgebietes mit ca. östlicher Entwässerungsrichtung. Ein Abzweig des 'Schornreuter Kanals' verläuft zudem westlich des hier relevanten Untersuchungsgebietes innerhalb einer bewaldeten Fläche, die den westlichsten Teil des Untersuchungsgebietes tangiert. Der Vegetation nach stellt sich das bewaldete Areal als eine Art Feuchtgebiet dar.

Die 'Ach' als größerer Vorfluter verläuft rund 900 m weiter östlich und entwässert ebenfalls in östlicher Richtung. Die Hauptvorflut des Großraumes stellt die ca. 2,5 km nördlich des Areals verlaufende und in Richtung Osten entwässernde 'Donau' dar.

Morphologie: Im Untersuchungsgebiet konnten geringe Höhenunterschiede von ca. 1,8 m zwischen den Bohransatzpunkten festgestellt werden (+374,2/+376,0 m NHN). Das Areal stellt sich vergleichsweise eben dar und weist kein klares Einfallen in eine



bestimmte Richtung auf. Die Höhenunterschiede sind vorwiegend auf punktuelle Erscheinungen (z.B. Straßendamm, lokale Vertiefungen) zurückzuführen. Das Baufeld ist der Frosteinwirkungszone II zugehörig (gem. RStO 12).

Erdbebenzone/Gefährdungspotenziale: Gemäß Webanwendung des GFZ-Potsdams 'Erdbebenzonenabfrage' (<https://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonen-abfrage>) ist das Arbeitsgebiet in einem Gebiet der Erdbebenzone 0 sowie der Untergrundklasse S ('Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung') gelegen.

Die Erdbebenzone 0 umfasst Gebiete, denen gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau ein Intensitätsintervall von 6,0 bis < 6,5 zugeordnet ist. Ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung  $a_g$  wird in dieser Erdbebenzone nicht angegeben. Die Baugrundklasse kann mit B-C angegeben werden.

Die noch ausstehende, bauaufsichtliche Einführung des neuen Eurocode 8, einschließlich des nationalen Anhangs NA:2021, kann in örtlich stark veränderten Erdbebenlasten resultieren. Maßgeblich bei einer Bemessung ist das jeweils aktuelle Normenwerk.

Das Online-Fachinformationssystem 'UmweltAtlas - Angewandte Geologie' des Bayerischen Landesamtes für Umwelt gibt für das von der Maßnahme betroffene Gebiet keine Gefährdungspotenziale an.

Das Untersuchungsgebiet ist außerhalb von ausgewiesenen oder geplanten Überschwemmungsgebieten, Heilquellen- oder Trinkwasserschutzzonen gelegen.

Radon: Das deutsche Strahlenschutzgesetz ist seit Dezember 2018 in Kraft. Es enthält in den §§ 121 bis 132 erstmals verbindliche rechtliche Regelungen zum Radonschutz. Gemäß Mitteilung des *Bayrischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz* vom 27.01.2021 wurde im Bundesland Bayern lediglich der Landkreis Wunsiedel im Fichtelgebirge zum 11.02.2021 als Radon-Vorsorgegebiet festgelegt. Der Landkreis Weichering liegt außerhalb des o.g. Landkreises, somit auch außerhalb des Radon-Vorsorgegebietes.

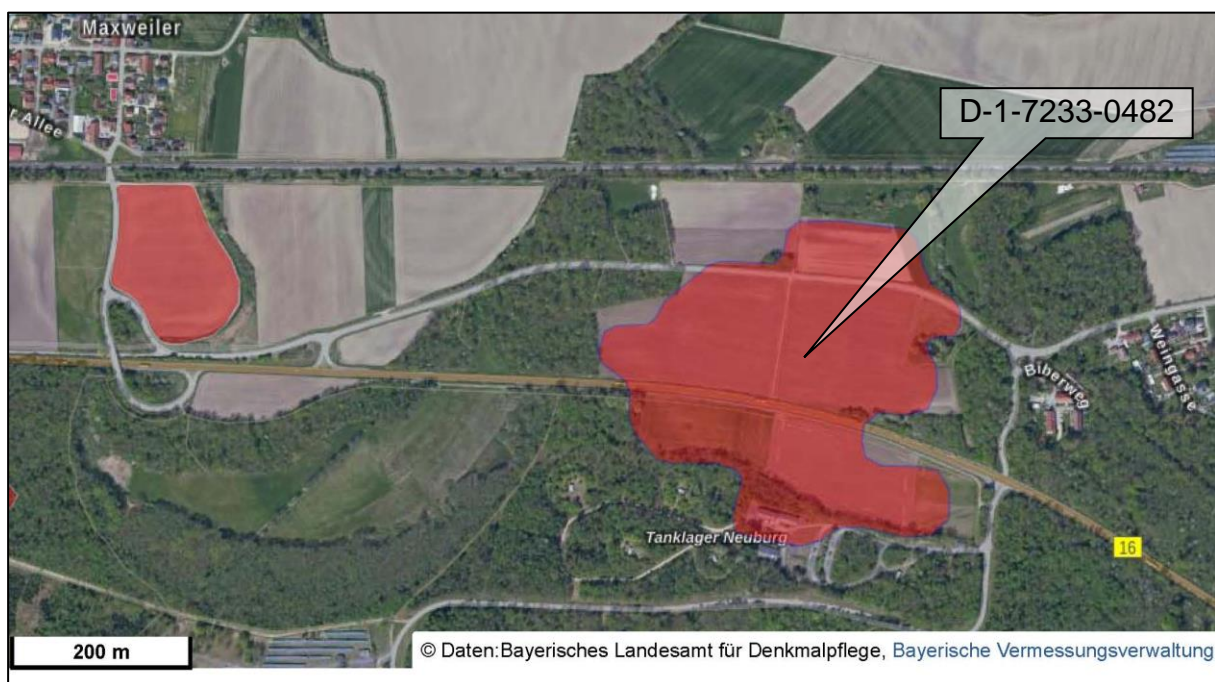
Hinweis: Gemäß dem 'Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrSchG)' [Ausfertigungsdatum: 27.06.2017, Stand: 23.10.2020] gilt folgendes (§123, Maßnahmen an Gebäuden; Verordnungsermächtigung, Abs. 1):

„(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. Diese Pflicht gilt als erfüllt, wenn

1. die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten werden und
2. in den nach §121 Absatz 1 Satz 1 festgelegten Gebieten zusätzlich die in der Rechtsverordnung nach Absatz 2 bestimmten Maßnahmen eingehalten werden.“

Daher wird die Einhaltung / Durchführung der Maßnahmen zum Feuchte- / Nässeschutz entsprechend dem Stand der Technik / gem. akt. DIN-Normen als vorsorglicher Radon-Schutz angeraten ('Sowieso-Aufwand').

(Boden-)Denkmäler: Das untersuchte Areal im Bereich der zu verlegenden Kreisstraße ND18 bzw. Teile des geplanten Paketzentrum-Standortes ist vom des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege als Bodendenkmal ausgezeichnet (Aktennummer: D-1-7233-0482, Siedlungen vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung). Die Befunde sind in der Abbildung 2 dargestellt.



**Abb.2:** Lage des Bodendenkmals im/am Untersuchungsgebiet

Aufgrund dessen ist eine Klärung der Bebauung des Gebietes mit dem o.g. Amt notwendig. Sollten im Rahmen der Auskofferungsarbeiten entsprechende Funde gemacht werden, so sollte unverzüglich die zuständige Fachbehörde informiert und hinzugezogen werden. Gegebenenfalls sind Stillstandszeiten einzukalkulieren.

Versorgungsleitungen: Im Norden des Geltungsbereiches verläuft eine 20 kV-Freileitung der BAYERNWERK NETZ GMBH entlang der Bahnlinie von Weichering nach Maxweiler. Von dieser zweigt im Bereich des geplanten Paketzentrums, etwa in Höhe

des östlichen Endes der Frachthalle, eine Anschlussleitung zum Tanklager Neuburg der Bundeswehr nach Süden ab. Die Leitungslage ist im Vorfeld zu überprüfen und bei den Planungen zu berücksichtigen.

Kampfmittel: Bei dem überplanten Areal handelt es sich nach aktuellen Kenntnissen um eine Kampfmittelverdachtsfläche. Details über das Vorhandensein nicht zur Wirkung gekommener Kampfmittel liegen bisher nicht vor. Hier bedarf es demnach einer gründlichen Klärung in Form einer Luftbildauswertung (Kampfmittelvorerkundung) sowie anschließender Oberflächensondierung und Kampfmittelräumung. Die Bohrarbeiten des IB KLEEGRÄFE wurden diesbezüglich durch ein qualifiziertes Fachunternehmen begleitet.

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

## **2. Untergrunderschließung**

### **2.1 Untergrundschichtung / Geologie**

Die Bodenansprache erfolgte durch einen fachkundigen Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung - Anlage 2.1 bis 2.13).

Die Materialansprache und -einteilung (Kies-Sand-Schluff-Ton) im Gelände erfolgt gemäß DIN nach der im Bohrgut vorhandenen Korngröße. In den folgenden Tabellen 2a bis 2r sind die Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse aufgeführt.

Bei guter Übereinstimmung der Untergrundverhältnisse im Umkreis wurde auf einzelne Bohrungen verzichtet. Entsprechend ergeben sich scheinbare 'Lücken' in der Nummerierung der Aufschlüsse. Zur Wahrung der Übersicht zu vorab herausgegebenen 'Bohrplänen', wurde auf eine nachträgliche fortlaufende Nummerierung der Aufschlüsse verzichtet.

Die Sondierungen stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher kann an anderen Stellen ein von den unten gemachten Angaben abweichender Untergrundaufbau vorliegen.

Obwohl aufgrund des verwendeten Sondendurchmessers nicht erbohrt, muss aufgrund der Ablagerungsgeschichte des Areals sowohl innerhalb der Auffüllungen als auch innerhalb der Geogenböden mit Material in Stein- und Block Korngröße gerechnet werden (z.B. als grobstückiger Bauschutt oder grober Flussschotter).

BS	B1	B2	B3	B3a	B4	B5
Ansatz	+375,13	+375,09	+374,95	+374,95	+374,90	+374,69
(Füll)-MuBo	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30	-0,50	-0,30
Fülllehm	-	-	-	-	-	-
Organik / Torf	-	-	ab 4,40 (Holz!)	-	-	-
Fluviatilehm	0,20-0,70 0,70-2,15 ab 7,60	0,20-2,10 2,10-2,80 ab 7,10	0,30-4,00	0,30-3,65 ab 9,75	0,50-2,50	0,30-4,15
Fluviatilkies	2,15-7,60	2,80-7,10	4,00-4,40	3,65-9,75	ab 2,50	ab 4,15
Grundwasser	1,88 = +373,25	1,80 = +373,29	BLZ 1,40 = +373,55	BLZ 1,55 = +373,40	1,82 = +373,08	1,68 = +373,01
DPH	X	X	X	-	-	-
Endteufe	8,00	8,70*	4,50*	10,00	6,00	6,00

**Tabelle 2a:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

\* = kein weiterer Bohrfortschritt

BS	B6	B7	B8	B9	B10	B11
Ansatz	+374,18	+374,97	+374,97	+374,59	+374,86	+375,07
(Füll)-MuBo	-0,50	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Fluviatilehm	0,50-1,40	0,30-1,10 1,10-1,75	0,30-2,30	0,30-3,85	0,30-0,60	0,30-0,90 0,90-1,30 ab 9,65 (Ton)
Fluviatilsand	1,40-4,30	-	-	3,85-4,75	-	1,30-2,50 7,30-9,65
Fluviatilkies	ab 4,30	ab 1,75	ab 2,30	ab 4,75	ab 0,60	2,50-7,30
Grundwasser	1,48 = +372,70	1,75 = +373,22	1,70 = +373,27	1,68 = 372,91	1,84 = +373,02	2,00 = +373,07
DPH	-	-	X	-	-	-
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	10,00

**Tabelle 2b:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile



BS	B12	B13	B14	B15	B16	B17
Ansatz	+375,10	+374,82	+374,61	+374,36	+374,63	+374,52
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,50	-0,30	-0,40	-0,25	-0,40
Fluviatillehm	0,30-1,20 1,20-1,70	0,50-3,40	0,30-4,10	0,40-1,60	0,25-0,60	0,40-1,60
Fluviatilsand	1,70-2,35	-	-	-	-	3,60-3,90
Fluviatilkies	ab 2,35	ab 3,40	ab 4,10	ab 1,60	ab 0,60	1,60-3,60 ab 3,90
Grundwasser	2,40 = +372,70	1,90 = +372,92	2,30 = +372,31	0,91 = +373,45	BLZ 1,50 = +373,13	1,40 = +373,12
DPH	-	X	X	-	X	X
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

**Tabelle 2c:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B18	B19	B20	B21	B22	B23
Ansatz	+375,04	+374,60	+374,92	+374,61	+375,14	+375,15
(Füll)-MuBo	-0,10	-0,60	-0,70	-0,30	-0,30	-0,30
Fluviatillehm	0,10-0,15	0,60-4,80	0,70-2,50	0,30-2,65 3,95-5,40 ab 6,90	0,30-1,05 1,05-4,10	0,30-2,10 2,10-4,65
Fluviatilsand	0,15-0,54	-	-	-	4,10-4,30 ab 8,45	-
Fluviatilkies	ab 0,54	ab 4,80	ab 2,50	2,65-3,95 5,40-6,90	4,30-8,45	ab 4,65
Grundwasser	BLZ 1,80 = +373,24	1,80 = +372,80	2,00 = +372,92	1,85 = +372,76	2,18 = +372,96	2,10 = +373,05
DPH	X	X	X	-	-	X
Endteufe	6,00	6,00	6,00	8,00	10,00	6,00

**Tabelle 2d:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B24	B25	B26	B27	B28	B29
Ansatz	+375,08	+375,05	+374,89	+374,67	+374,68	+374,65
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,12	-0,25	-0,50	-0,40	-0,50
Füllehm	-	-	0,25-1,00	-	-	-
Fluviatillehm	0,30-2,50 2,50-4,30 (Ton) 4,30-6,25 8,40-9,35	0,12-5,00 5,00-5,10	1,00-1,20 1,20-4,70 ab 7,30	0,50-2,70 2,70-3,60	0,40-1,80 ab 10,90	0,50-1,50
Fluviatilsand	6,25-6,70	-	-	-	-	-
Fluviatilkies	6,70-8,40 ab 9,35	ab 5,10	4,70-7,30	ab 3,60	1,80-10,90	ab 1,50
Grundwasser	2,31 = +372,77	2,25 = +372,80	2,09 = +372,80	1,80 = +372,87	BLZ 1,50 = +373,18	BLZ 1,30 = +373,35
DPH	-	X	X	X	X	X
Endteufe	10,00	8,00	8,00	6,00	11,90*	6,00

**Tabelle 2e:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

\* = kein weiterer Bohrfortschritt

BS	B30	B31	B32	B33	B34	B35
Ansatz	+374,56	+374,67	+375,20	+375,32	+375,18	+375,04
(Füll)-MuBo	-0,40	-0,50	-0,30	-0,40	-0,30	-0,30
Fluviatillehm	0,40-1,50	0,50-1,70 ab 6,50	ab 8,50	-	ab 7,50	-
Fluviatilkies	ab 1,50	1,70-6,50	0,30-8,50	ab 0,40	0,30-7,50	ab 0,30
Grundwasser	BLZ 1,30 = +373,26	1,70 = +372,97	BLZ 1,60 = +373,60	BLZ 2,00 = +373,32	BLZ 1,80 = +373,38	BLZ 1,10
DPH	X	X	X	-	X	X
Endteufe	8,00	8,00	9,90*	6,00	10,70*	6,00

**Tabelle 2f:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

\* = kein weiterer Bohrfortschritt

BS	B36	B38	B39	B40	B42	B43
Ansatz	+375,25	+375,15	+374,99	+374,79	+375,26	+375,37
(Füll)-MuBo	-0,40	-0,30	-0,30	-0,30	-0,60	-0,40
Fluviatillehm	-	0,30-1,80	0,30-0,90 0,90-2,90	0,30-1,10	-	0,40-1,00
Fluviatilsand	0,65-0,95	-	-	-	-	-
Fluviatilkies	0,40-0,65 ab 0,95	ab 1,80	ab 2,90	ab 1,10	ab 0,60	ab 1,00
Grundwasser	BLZ 2,20 = +373,05	BLZ 0,30	2,10 = +372,89	BLZ 1,60 = +373,19	BLZ 1,60 = +373,66	BLZ 1,30
DPH	X	X	X	X	X	-
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

**Tabelle 2g:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B44	B45	B46	B47	B48	B49
Ansatz	+375,36	+375,09	+375,11	+374,70	+374,78	+374,85
(Füll)-MuBo	-0,50	-0,20	-0,30	-0,20	-0,30	-0,60
Fluviatillehm	-	0,20-2,30	0,30-1,10	ab 7,50	0,30-1,30	0,60-1,40
Fluviatilkies	ab 0,50	ab 2,30	ab 1,10	0,20-7,50	ab 1,30	ab 1,40
Grundwasser	BLZ 1,25	1,85 = +373,24	1,70 = +373,41	BLZ 1,40 = +373,30	BLZ 1,40 = +373,38	BLZ 1,73 = +373,12
DPH	-	X	X	X	X	X
Endteufe	6,00	6,00	6,00	8,00	6,00	8,00

**Tabelle 2h:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B51	B52	B53	B54	B55	B56
Ansatz	+375,11	+375,23	+375,17	+374,97	+375,78	+375,46
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,40	-0,30	-0,50	-0,30	-0,26 0,80-1,15
Fülllehm	-	-	-	-	-	0,26-0,80
Fluviatillehm	-	-	-	-	1,00-1,20	1,15-2,80 2,80-4,00
Fluviatilsand	-	-	1,00-2,00	-	1,20-2,00	4,00-4,70
Fluviatilkies	ab 0,30	ab 0,40	0,30-1,00 ab 2,00	ab 0,50	0,30-1,00 ab 2,00	ab 4,70
Grundwasser	BLZ 2,00 = +373,11	BLZ 2,10 = +373,03	BLZ 2,00 = +373,17	BLZ 1,90 = +373,07	BLZ 2,20 = +373,58	2,98 = +372,48
DPH	X	X	X	-	X	X
Endteufe	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	8,00

**Tabelle 2i:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B57	B58	B59	B60	B62	B64
Ansatz	+376,00	+375,51	+375,25	+374,91	+375,47	+375,58
(Füll)-MuBo	-0,40	-0,30	-0,30	-0,66	-0,63	-0,65
Fülllehm	0,40-1,40	-	-	-	-	-
Fluviatillehm	-	0,30-0,50	-	0,66-1,25	0,63-0,90	-
Fluviatilkies	ab 1,40	ab 0,50	ab 0,30	ab 1,25	ab 0,90	ab 0,65
Grundwasser	BLZ 1,75	2,05 = +373,46	1,80 = +373,45	2,00 = +372,91	BLZ 2,40 = +373,07	BLZ 2,63 = +372,95
DPH	X	X	X	-	X	-
Endteufe	8,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

**Tabelle 2j:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile



BS	B66	B68	B70	B71	B72	B73
Ansatz	+375,06	+375,35	+374,87	+375,12	+374,60	374,74
(Füll)-MuBo	-0,27	-0,35	-0,25	-0,35	-0,30	-0,30
Fluviatillehm	-	0,35-0,70	0,25-0,60	0,35-0,70 0,70-1,20	-	-
Fluviatilkies	ab 0,27	ab 0,70	ab 0,60	ab 1,20	ab 0,30	ab 0,30
Grundwasser	BLZ 1,75 = +373,31	2,10 = +373,15	1,70 = +373,17	BLZ 1,70 = +373,42	1,98 = +372,62	1,20 = +373,54
DPH	X	X	X	X	X	-
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	6,00

**Tabelle 2k:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B74	B75	B76	B77	B78	B79
Ansatz	+374,90	+375,33	+375,01	+375,01	+375,27	+374,98
(Füll)-MuBo	-0,50	-0,55	-0,30	-0,70	-0,40	-0,30
Fluviatillehm	0,50-1,30 ab 7,80	0,55-1,00	-	-	-	-
Fluviatilkies	1,30-1,50 1,50-7,80	ab 1,00	ab 0,30	ab 0,70	ab 0,40	ab 0,30
Grundwasser	BLZ 1,69 = +373,31	BLZ 2,10 = +373,23	BLZ 1,00	BLZ 1,30 = +373,71	2,30 = +372,97	BLZ 1,80 = +373,18
DPH	X	X	-	X	X	X
Endteufe	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00

**Tabelle 2l:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B80	B81	B82	B83	B84	B85
Ansatz	+375,07	+375,08	+374,99	+374,54	+375,10	+375,10
(Füll)-MuBo	-0,38	-0,35	-0,20	-0,40	-0,45	-0,35
Fluviatillehm	-	-	-	0,40-1,60 1,60-2,45	0,45-0,90 0,90-1,15	0,35-0,50
Fluviatilsand	-	1,10-1,40	0,60-1,00	ab 2,45	ab 7,70	-
Fluviatilkies	ab 0,38	0,35-0,50 0,50-1,10 ab 1,40	0,20-0,60 ab 1,00	-	1,15-7,70	ab 0,50
Grundwasser	BLZ 2,10 = +372,97	1,93 = +373,15	1,88 = +373,11	1,40 = +373,14	1,92 = +373,18	BLZ 1,40 = +373,70
DPH	X	X	X	X	X	-
Endteufe	6,00	3,00	3,00	3,00	8,00	6,00

**Tabelle 2m:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B86	B88	B89	B91	B92	B93
Ansatz	+375,25	+375,50	+375,15	+374,95	+375,18	+375,13
(Füll)-MuBo	-0,25	-0,35	-0,35	-0,08	-0,30	-0,10
Fluviatillehm	0,25-0,70	0,35-0,70	0,35-2,00	0,08-0,33	-	7,20-8,35
Fluviatilsand	-	-	-	0,40-1,60 4,50-4,80	-	0,60-1,20 ab 8,35
Fluviatilkies	ab 0,70	ab 0,70	ab 2,00	0,33-0,40 1,60-4,50 ab 4,80	ab 0,30	0,10-0,60 1,20-7,20
Grundwasser	BLZ 2,19 = +373,06	2,32 = +373,18	BLZ 2,08 = +373,07	BLZ 1,40 = +373,55	1,95 = +373,23	1,80 = +373,33
DPH	X	X	X	X	-	X
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	11,50*

**Tabelle 2n:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN  
BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile,  
\* = kein weiterer Bohrfortschritt

BS	B94	B95	B96	B97	B98	B99
Ansatz	+375,23	+375,17	+375,27	+375,16	+375,16	+375,16
(Füll)-MuBo	-0,40	-0,40	-0,57	-0,35	-0,30	-0,40
Fluviatillehm	-	0,40-0,60	-	-	-	-
Fluviatilsand	1,55-2,00	-	3,60-4,85	2,60-4,00	-	ab 7,20
Fluviatilkies	0,40-1,55 ab 2,00	ab 0,60	0,57-3,60 ab 4,85	0,35-2,60 ab 4,00	ab 0,30	0,40-7,20
Grundwasser	BLZ 2,10 = +373,03	BLZ 1,50 = +373,67	1,90 = +373,37	2,00 = +373,16	BLZ 1,80 = +373,36	BLZ 1,70 = +373,46
DPH	-	-	-	X	-	X
Endteufe	6,00	5,00	8,00	8,00	6,00	8,00

**Tabelle 2o:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B102	B103	B104	B106	B112	B113
Ansatz	+375,27	+375,31	+375,29	+375,31	+375,13	+375,07
(Füll)-MuBo	-0,30	-0,35	-0,30	-0,39	-0,30	-0,03
Fluviatillehm	-	-	-	0,39-0,71	-	-
Fluviatilsand	-	1,55-1,85	-	-	-	-
Fluviatilkies	ab 0,30	0,35-1,55 ab 1,85	ab 0,30	ab 0,71	ab 0,30	ab 0,03
Grundwasser	BLZ 1,95 = +373,32	BLZ 1,70 = +373,61	1,78 = +373,51	2,10 = +373,21	2,30 = +372,83	BLZ 1,95 = +373,12
DPH	X	-	X	-	X	X
Endteufe	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	6,00

**Tabelle 2p:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B114	B115	B115 A	B116	B117	B118
Ansatz	+375,01	+375,17	+375,17	+375,66	+375,59	+375,36
(Füll)-MuBo	-0,22	-0,47	-0,55	-0,30	-0,10	-0,10
Fluviatillehm	0,22-0,60	-	-	-	-	-
Fluviatilkies	ab 0,60	ab 0,47	ab 0,55	ab 0,30	ab 0,10	ab 0,10
Grundwasser	BLZ 1,43 = +373,58	BLZ 1,44 = +373,57	BLZ 1,53 = +373,64	BLZ 2,28 = +373,38	BLZ 1,45	BLZ 1,93 = +373,43
DPH	X	X	-	X	X	X
Endteufe	6,00	4,00	6,00	6,00	6,00	6,00

**Tabelle 2q:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

BS	B119	B120	B121	B122	B123	B124	B125
Ansatz	+375,29	+375,19	+375,18	+375,25	+375,07	+375,01	+375,22
(Füll)-MuBo	-0,50	-0,30	-0,40	-0,45	-0,70	-0,43	-0,40
Fluviatillehm	0,50-1,30 ab 7,75	-	-	0,45-0,65	0,70-1,30	-	-
Fluviatilsand		0,30-0,50	1,50-1,70	-	2,80-3,00	-	-
Fluviatilkies	1,30-7,75	ab 0,50	0,40-1,50 ab 1,70	ab 0,65	1,30-2,80 ab 3,00	ab 0,43	ab 0,40
Grundwasser	BLZ 2,32 = +372,97	BLZ 1,80 = +373,39	BLZ 1,11	BLZ 2,20 = +373,05	BLZ 2,00 = +373,07	BLZ 1,80 = +373,21	BLZ 1,40
DPH	X	-	-	X	X	X	X
Endteufe	8,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00

**Tabelle 2r:** Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse, Angaben in m u. GOK / m NHN

BLZ = Bohrlochzusammenfall, braun = organische/humose Anteile

Geologie: Die Kartengrundlage 'Bodenschätzung' der Web-GIS-Anwendung *UmweltAtlas* gibt für das untersuchte Areal 'mitteldicht bis dicht gelagerte nichtbindige Lockergesteine' sowie für die östliche Hälfte des Untersuchungsgebietes 'fast ausschließlich Braunerde und Parabraunerde aus kiesführendem Lehm (Deckschicht oder Verwitterungslehm) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter)' als Hauptbodentyp an. In der Westhälfte gibt o.g. Portal hingegen 'fast ausschließlich Pararendzina aus kiesführendem Carbonatlehm (Flussmergel oder Schwemmsediment) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter)' an.

Im Zuge der Geländearbeiten konnte das Grundgebirge nicht erbohrt werden. Die tertiären Sedimente der *Oberen Süßwassermolasse* wurden bis zu den jeweiligen Endteufen ebenfalls nicht angetroffen.

Flächenhaft steht ein häufig durch menschliche Einflüsse beeinflusster/umgelagerter Mutterboden/Oberboden ('Ackerkrume' oder 'Waldboden') an, der ins jüngere holozäne Quartär zu stellen ist. Unterhalb folgen lokal Schluffe (Fluviatilschluff), die als Flussablagerungen ebenfalls ins holozäne Quartär gestellt werden.

Der Untergrund wird geprägt von kiesigen, selten sandigen glazi-fluviatilen Ablagerungen. In den Bereichen westlich des hier relevanten Untersuchungsgebietes liegt ein alt- bis mittelholozäner Flussschotter vor (ältere bis mittlere Postglazialterrasse; holozänes Quartär siehe Abb. 2; blaue Signatur).

Im hier maßgeblichen Teil des Untersuchungsgebietes (östliche Hälfte des Gesamtgebietes) handelt es sich dagegen überwiegend um eine pleistozäne Spätglazialterrasse (spätwürmzeitliche Schmelzwasserschotter, Spätglazialterrasse; pleistozänes Quartär; siehe Abb. 2; gelbe Signatur).





So ist davon auszugehen, dass ein oberflächennaher Zusammenfall bei allgemein geringer Bodenfeuchte auf Materialnachfall und nicht auf Grundwassereinfluss zurückzuführen ist.

Erfolgt demgegenüber ein Zusammenfall in etwa der Höhe des Grundwasserstandes und/oder weist der Boden eine starke Durchfeuchtung auf, kann dies als guter Hinweis auf eine Grundwasserbeeinflussung gewertet werden.

In den entsprechenden Bohrungen in den Tabellen 2a bis 2r wurden die 'passenden' NHN-Höhen für die Zusammenfälle ergänzt.

Es wird zudem davon ausgegangen, dass teilweise 'gespannte Grundwasserverhältnisse' vorliegen können. Hierbei 'drückt' das innerhalb der Fluviatilkiese frei bewegliche Grundwasser lokal gegen die überlagernden, gering durchlässigen Schluffe. Der 'freie' Grundwasserspiegel liegt somit innerhalb der Fluviatilschluffe (siehe z.B. Bohrungen B5, B9, B15 oder B45).

**Es ergeben sich für den Untersuchungszeitraum in der 43. und 45. bis 46 KW 2022 Flurabstände von 0,91-2,98 m u.GOK, was einem mittleren Grundwasser-Flurabstand von ca. 1,82 m u.GOK und einer mittleren Höhenkote von etwa +373,19 m NHN entspricht.**

**Eine klar bestimmbare Grundwasserfließrichtung lässt sich aus den ermittelten Grundwasserständen nicht ableiten.**

Stauäsepotenzial: Auf den schluffigen (Füll-)Oberböden und den erbohrten Fluviatilschluffen(-tonen) muss mit einem deutlichen Stauäsepotenzial gerechnet werden.

Nach Offenlegung ist bei Niederschlagsereignissen mit Stauwasser sowie einer Konsistenzverringering dieser bindigen Böden zu rechnen ('Stauer'/'Grundwasser-Nichtleiter').

Es ist in diesem Zusammenhang auf die Nässe-sensibilität und -anfälligkeit der Lehme/Tone hinzuweisen, welche bei einer Wassergehaltszunahme (= Feuchteerhöhung) eine Baugrundgüteverschlechterung infolge einer Konsistenzabnahme (Aufweichungen) aufzeigen.

In Abhängigkeit vom Grad der Verlehmung kann auf den Fluviatilkiesen (Schmelzwasserschotter, Terrassenschotter) ggf. ein moderates Stauäsepotenzial vorliegen. Hier sei angemerkt, dass diese Schichten ab etwa 1,5 – 2,0 unter GOK überwiegend grundwassergesättigt ('nass') angetroffen wurden und erfahrungsgemäß

bei entsprechend geringen bindigen Anteilen sehr hohe Durchlässigkeiten aufweisen können.

Behördliche Angaben (Hochwasser): Laut der Onlineanwendung 'Umweltatlas Bayern' des Bayerischen Landesamt für Umwelt ([www.umweltatlas.bayern.de](http://www.umweltatlas.bayern.de)) handelt es sich bei dem Arbeitsgebiet nicht um eine Hochwassergefahrenfläche / nicht um ein Überschwemmungsgebiet der Donau.

Die Hochwassergefahrenkarte des Bayerischen Landesamt für Umwelt ('Hochwassergefahrenkarte HQ<sub>extrem</sub> 1:10.000, Stand: 22.12.2019) zeigt auf, dass das Arbeitsgebiet nicht vom HQ<sub>extrem</sub>-Hochwasser der Donau tangiert wird.

Der direkte Bereich des 'Schornreuter Kanals', d.h. das Areal unmittelbar nördlich des hier relevanten Untersuchungsgebietes, ist dagegen als 'vorläufig gesichertes Überschwemmungsgebiet' ausgewiesen. „Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete werden auf Grundlage der Hochwassergefahrenflächen für ein 100-jährliches Hochwasser ermittelt und von der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde bekannt gemacht. Ab dem Zeitpunkt der offiziellen Bekanntmachung gelten die im Gesetz enthaltenen Einschränkungen zunächst vorläufig - solange bis dieses Gebiet amtlich festgesetzt wurde“ (Quelle: Umweltatlas Bayern).

Vorfluter: Der 'Schornreuter Kanal' verläuft unmittelbar westlich und nördlich des Untersuchungsgebietes mit etwa östlicher Entwässerungsrichtung. Die 'Ach' als größerer Vorfluter verläuft rund 900 m weiter östlich und entwässert ebenfalls in östlicher Richtung.

Die 'Donau' als Hauptvorflut des Großraumes verläuft etwa 2,4 km nördlich des Untersuchungsgebietes mit örtlich etwa östlicher Entwässerungsrichtung.

Bestandspegel: Laut den Pegeldaten des Bayerischen Landesamtes für Umwelt ([www.hnd.bayern.de/pegel/donau/weichering](http://www.hnd.bayern.de/pegel/donau/weichering)) wies der Pegel 'Weichering / Donaumoos / Ach' im Untersuchungszeitraum im November 2022 durchweg Wasserstände von +373,15 mNN bis + 373,26 mNN auf (Entfernung ca. 1,1 km von Höhe 'Biberweg' in südöstlicher Richtung).

Als absoluter Hochstand wird ein Wasserstand vom 10.03.2006 aufgeführt (+374,51 mNN). Hinweis: Aktuelle gemittelte GOK im Arbeitsgebiet liegt bei ca. +375,06 m NHN.

Auch wenn aufgrund der deutlichen Durchlässigkeit der untergrundprägenden Terrassenkiese eine enge hydraulische Abhängigkeit zwischen dem Wasserstand der 'Ach' und dem Grundwasser innerhalb des Arbeitsgebietes existiert, kann g.g. Höchststand nicht ohne weiteres auf das Untersuchungsgebiet übertragen werden.

In einer Entfernung von mindestens 800 m südlich der aktuell untersuchten Flächen besteht eine Grundwassermessstelle des Wasserwirtschaftsamtes Ingolstadt (Bezeichnung: **'Weichering 41.02'**; Messstellen-Nr. 11671).

Die Messstelle wird seit 1979 beobachtet. Ausgewertet werden die aktuelleren Daten der täglichen Messungen der letzten 20 Jahre (2002 – 2022). Der Datensatz umfasst damit über 7.600 Lotungen / Einzelmessungen und kann zum einen aufgrund des 20-jährigen Betrachtungszeitraumes, als auch aufgrund der hohen Messdichte als ausreichend belastbar eingestuft werden. Auf dieser Grundlage wird der für eine Versickerung relevante 'mittlere höchste Grundwasserstand' (MHGW) abgeleitet.

Die örtliche GOK liegt im Bereich der Messstelle 'Weichering 41.02' bei +376,27 m ü.NN und damit geringfügig oberhalb der mittleren GOK im Untersuchungsgebiet.

#### **GWM Weichering 41.02**

- Minimalwert:	+372,82 mNN	= 3,45 m u.GOK	(06./08.08.2022)
- Maximalwert:	+375,09 mNN	= 1,18 m u.GOK	(14.01.2011)
- MHGW:	+374,60 mNN	= 1,67 m u.GOK	(2002 - 2022)
- mittleres GW:	+373,95 mNN	= 2,32 m u.GOK	(43. u. 45. – 46. KW 2022)

Es wird darauf hingewiesen, dass die GW-Stände sich wegen des Abstandes der Messstelle zum Arbeitsgebiet sowie aufgrund der abweichenden Geländehöhe in Verbindung mit dem Gefälle des Grundwasserspiegels nicht 1:1 auf das aktuelle Areal übertragen lassen bzw. nicht 1:1 übertragen werden sollten.

Aus den oben aufgeführten Daten ergibt sich in Bezug auf die Örtlichkeit der GWM Weichering 41.02 ein Anstiegspotenzial von rund 0,65 m vom mittleren GW-Stand im Zeitraum der Untersuchungen zum MHGW.

Aus den oben aufgeführten Daten ergibt sich in Bezug auf die Örtlichkeit der GWM Weichering 41.02 weiterhin ein Anstiegspotenzial von rund 1,15 m vom mittleren GW-Stand im Zeitraum der Untersuchungen zum maximalen Grundwasserstand.

Grundwassermessstellen / Pegel: Im Rahmen der aktuellen Untersuchungskampagne wurden im Bereich des geplanten Paketzentrums drei dauerhafte Überflur-**Grundwassermessstellen** (GWM, Nenndurchmesser DN 50 = 2 Zoll) errichtet.

Details zur Herstellung und zum Ausbau gehen aus den Ausbauezeichnungen (in Anlage 2.2, 2.3 und 2.12) hervor.

Nach Klarpumpen und entsprechender 'Beruhigung' der Pegelstände wurden am 08.11.2022 (GWM B12) bzw. 10.11.2022 (GWM B21 und GWM B119) Abstichmessungen vorgenommen. Eine weitere Abstichmessung erfolgte am 16.02.2023 innerhalb einer niederschlagsmäßig unterdurchschnittlichen Spätwinterperiode, am 22.06.2023 innerhalb einer niederschlagsmäßig 'trockenen' Fröhsommerperiode und am 30.08.2023 am Ende einer durchaus 'ergiebigen' Niederschlagsperiode.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der GWM-Abstichmessungen dokumentiert (siehe Tabellen 3a bis 3d).

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
<b>GWM B12</b>	08.11.2022	DN 50	375,10	375,77	2,40	<b>1,73</b>	<b>373,37</b>
<b>GWM B21</b>	10.11.2022		374,61	375,15	2,25	<b>1,71</b>	<b>372,90</b>
<b>GWM B119</b>			375,29	375,86	2,63	<b>2,06</b>	<b>373,23</b>

**Tabelle 3a:** GW-Stände - Abstichmessungen: 08.11.2022 bzw. 10.11.2022

Die in der Nähe zum Schornreuter Kanal gelegenen Messstellen GWM B12 und GWM B21 weisen recht einheitliche Grundwasser-Flurabstände von im Mittel ca. 1,72 m u.GOK auf. Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichmessungen im November 2022 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine grob östlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
<b>GWM B12</b>	16.02.2023	DN 50	375,10	375,77	2,50	<b>1,83</b>	<b>373,27</b>
<b>GWM B21</b>			374,61	375,15	2,14	<b>1,60</b>	<b>373,01</b>
<b>GWM B119</b>			375,29	375,86	2,45	<b>1,88</b>	<b>373,41</b>

**Tabelle 3b:** GW-Stände - Abstichmessungen: 16.02.2023

Während die in relativer Nähe zum Schornreuter Kanal gelegenen Messstellen nur geringfügig geänderte Grundwasserstände von +/- 0,1 m anzeigen, konnte in der südlichsten Messstelle GWM B119 ein Anstieg um rund 0,2 m verzeichnet werden. Es

konnte örtlich ein geringster Grundwasserflurabstand von 1,6 m ermittelt werden (GWM B21).

Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichsmessungen im Februar 2023 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine nördlich und östlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
<b>GWM B12</b>	22.06.2023	DN 50	375,10	375,77	2,48	<b>1,81</b>	<b>373,29</b>
<b>GWM B21</b>			374,61	375,15	2,16	<b>1,62</b>	<b>372,99</b>
<b>GWM B119</b>			375,29	375,86	2,65	<b>2,08</b>	<b>373,21</b>

**Tabelle 3c:** GW-Stände - Abstichsmessungen: 22.06.2023

In relativer Nähe zum Schornreuter Kanal gelegenen Messstellen wurden praktisch konstante Grundwasserstände dokumentiert. In der GWM B119 wurden hingegen Verhältnisse wie im November 2022 angetroffen. Es konnte örtlich erneut ein geringster Grundwasserflurabstand von ca. 1,6 m ermittelt werden (GWM B21).

Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichsmessungen im Juni 2023 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine östlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.

GWM	Datum Abstich	GWM-Ausbau	GOK [m NHN]	POK [m NHN]	GW-Stand [m u.POK]	GW-Stand [m u.GOK]	GW-Höhe [m NHN]
<b>GWM B12</b>	22.06.2023	DN 50	375,10	375,77	2,84	<b>2,15</b>	<b>372,95</b>
<b>GWM B21</b>			374,61	375,15	2,49	<b>1,95</b>	<b>372,66</b>
<b>GWM B119</b>			375,29	375,86	2,92	<b>2,35</b>	<b>372,94</b>

**Tabelle 3d:** GW-Stände - Abstichsmessungen: 30.08.2023

Gegenüber den zuletzt am 22.06.2023 gemessenen Wasserständen liegen somit, trotz der in Bayern im August 2023 deutlich überdurchschnittlichen Niederschläge, etwa 0,27 – 0,34 m niedrigere Pegelstände vor (relativer Tiefstand in Bezug auf die bislang gemessenen Werte).

Es konnte örtlich ein geringster Grundwasserflurabstand von ca. 1,95 m ermittelt werden (GWM B21).

Ausgehend von den Ergebnissen der Abstichsmessungen Ende August 2023 herrscht damit in Bezug auf die drei oben aufgeführten Grundwassermessstellen eine nordöstlich gerichtete Grundwasserfließrichtung vor.



Über weitere regelmäßige Abstichsmessungen sollte das Grundwasserschwankungspotenzial über einen längeren Zeitraum, zumindest aber über eine hydrologische Jahresperiode ermittelt und damit eine belastbare Datengrundlage geschaffen werden. Dazu wurden die Messstellen in Bereichen platziert, die vermutlich über einen längeren Zeitraum nicht überbaut werden müssen und somit erhalten werden können.

Großräumige Grundwasserfließrichtung: Flächendeckende Informationen zu – jahreszeitlich u.U. verschiedenen – Grundwasserströmungsrichtungen sind dem IB KLEEGRÄFE nicht zugänglich.

Auf Grundlage von Daten der Ingolstädter Kommunalbetriebe sind für den Nahbereich des Untersuchungsgebietes für den mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) etwa nordöstlich gerichtete Grundwasserströmungsrichtungen und für den mittleren Grundwasserstand (MGW) etwa nordöstlich bis z.T. östlich gerichtete Grundwasserströmungsrichtungen ablesbar.

**Bemessungswasserstände:** Für das vorliegende (Teil-)Projekt ist die Angabe eines einzelnen Bemessungswasserstandes nicht ausreichend. Es sind mindestens Bemessungsstände für die geplanten Bauteile des Gebäudebaus und die Angabe des versickerungsrelevanten ´mittleren höchsten Grundwasserstand´ erforderlich, da in der Teilmaßnahme Versickerungsanlagen in deutlichem Umfang realisiert werden sollen.

Bemessungswasserstand in Bezug auf Versickerungsanlagen: Die Planung und der Bau von Anlagen zur Niederschlagswasserversickerung erfordert unter anderem die Berücksichtigung des MHGW. So muss der Abstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und der Grundwasseroberfläche in der Regel mindestens einen Meter betragen, wobei als Höhe der Grundwasseroberfläche üblicherweise der g.g. mittlere höchste Grundwasserstand anzusetzen ist (z.B. gem. DWA-A 138).

Weiterhin kann der MHGW im Bauwesen in bestimmten Fällen auch für erdstatistische Berechnungen verwendet werden und auch für andere wasserwirtschaftliche und ökologische Fragestellungen von Bedeutung sein.

Der mittlere höchste Grundwasserstand (MHGW) ist als der Mittelwert der Jahreshöchstwerte des beobachteten Grundwasserstands definiert.

Aus der Verbindung von o.g. Daten zur bestehenden Grundwassermessstelle ´Weichering 41.02´ und den im Untersuchungszeitraum ermittelten Daten kann ein diesbezüglicher Bemessungswasserstand für den versickerungsrelevanten ´mittleren höchsten Grundwasserstand´ abgeleitet werden (Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub>).

**Der mittlere Grundwasser-Flurabstand im Untersuchungsgebiet betrug zum Zeitpunkt der Untersuchungen rund 1,8 m u.GOK.**

**Für das aktuelle Projekt wird ein additiver Zuschlag von rund 1,2 m (für den MHGW) auf die im Untersuchungszeitraum ermittelten GW-Flurabstände angenommen. Unter Berücksichtigung der aus der GWM Weichering 41.02 zur Verfügung stehenden Daten liegt dieser additive Zuschlag deutlich ´auf der sicheren Seite´.**

**Hieraus abgeleitet ergibt sich ein Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub> von im Mittel 0,6 m unter aktueller GOK bzw. eine diesbezügliche mittlere Höhenkote von ca. +374,4 m NHN.**

Bemessungswasserstand in Bezug auf ´echtes´ Grundwasser: Es ist erforderlich den für bautechnische und erdstatische Berechnungen bedeutsamen ´höchsten zu erwartenden Grundwasserstand´ abzuleiten (Bemessungswasserstand<sub>Grundwasser</sub>).

Dieser beschreibt die Verhältnisse in Bezug auf das ´Grundwasser´ im engeren Sinne. Grundwasser wird nach DIN 4049 definiert als unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird.

Hinsichtlich der Festlegung des für die Faktoren ´Auftrieb´ und ´drückende Wasserverhältnisse´ ausschlaggebenden ´Bemessungswasserstandes´ sei explizit darauf hingewiesen, dass die dafür gemäß DIN 4022, Anhang C 2.2 notwendigen Daten, insbesondere was den Punkt ´langjährige Beobachtungsergebnisse aus der näheren Umgebung´ anbelangt, bislang keine ausreichende Datengrundlage besteht. Hier ist dann ein sog. ´additiver Zuschlag´ (lt. Anhang C) über den höchsten erkundeten Wasserstand zu wählen.

Eine ähnliche Vorgehensweise beschreibt das Merkblatt BWK-M8 zur ´Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen´ und die relevanten DIN 18533-1:2017-07.

In Bezug auf die als ´Stichtagsmessung´ im Zeitraum der 43. und 45./46. KW ermittelten Grundwasser-Flurabstände kann auf Grundlage der Werte für den hinsichtlich der Themen ´Auftrieb´ und Abdichtung relevanten höchsten Grundwasserstand ein Aufschlag von rund 1,2 – 1,4 m angenommen werden.

**Für das aktuelle Projekt wird ein additiver Zuschlag von rund 1,4 m (für den HGW) auf die im Untersuchungszeitraum ermittelten GW-Flurabstände angenommen.**

Unter Berücksichtigung der aus der GWM Weichering 41.02 zur Verfügung stehenden Daten liegt dieser additive Zuschlag deutlich ´auf der sicheren Seite´.

Hieraus abgeleitet ergibt sich ein angepasster Bemessungswasserstand<sub>Grundwasser</sub> im Sinne des ´höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes´ von im Mittel 0,4 m unter aktueller GOK bzw. eine diesbezügliche mittlere Höhenkote von ca. +374,6 m NHN.

Bemessungswasserstand in Bezug auf Stau-/Schichtwasser: Da insbesondere in den nördlichen Teilen des Untersuchungsgebietes bindige Böden bis zur aktuellen Geländeoberkante vorliegen können (z.B. Umfeld BS B1 – B9, BS B39 ,BS B83) sollte für den Faktor ´Stauwasser´ die örtliche GOK in Ansatz genommen werden. Hierbei handelt es sich definitionsgemäß nicht um Grundwasser im Sinne der DIN 4049, da es sich nicht ausschließlich oder nahezu ausschließlich durch Einfluss der Schwerkraft bewegt.

Da die DIN 18533-1 jedoch auch Bezug auf den Wasserdurchlässigkeitsbeiwert anstehender Böden nimmt, muss hier in letzter Konsequenz auch der Ansatz von potenziellem Stauwasser berücksichtigt werden.

**Für das aktuelle Projekt wird daher von einem lokalen Aufstau von Wässern bis in Höhe der aktuellen GOK ausgegangen (Bemessungswasserstand<sub>Stauwasser</sub> = aktuelle örtliche GOK).**

**Damit ergibt sich für die unterschiedlichen geotechnischen Fragestellungen, bei einem mittleren Grundwasser-Flurabstand im Untersuchungsgebiet (Zeitraum 43., 45. + 46. KW 2022) von rund 1,8 m u.GOK folgende Dreiteilung der Bemessungswasserstände:**

<b>Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub></b>	<b>0,6 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand<sub>Grundwasser</sub></b>	<b>0,4 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand<sub>Stauwasser</sub></b>	<b>aktuelle GOK</b>

**Hydrogeologisches Fazit:** Für die unterschiedlichen geotechnischen Fragestellungen (Versickerung, Gebäudeabdichtung, Auftrieb), ergeben sich bei einem mittleren Grundwasser-Flurabstand im Untersuchungsgebiet (Zeitraum 43., 45. + 46. KW 2022) von rund 1,8 m u.GOK folgende Bemessungswasserstände:

Bemessungswasserstand <sub>Versickerung</sub>	0,6 m u.GOK / +374,4 m NHN
Bemessungswasserstand <sub>Grundwasser</sub>	0,4 m u.GOK / +374,6 m NHN
Bemessungswasserstand <sub>Stauwasser</sub>	aktuelle GOK

Bei einer herkömmlichen Fundamentgründung des nichtunterkellerten Plangebäudes existiert in Abhängigkeit der letztlichen Gründungstiefe eine potenzielle periodische Nässebeeinflussung der Fundamente durch Stau- und Grundwasser.

Zu unterkellerte Bauteile, wie z.B. die Kläranlage, ist eine periodische bis permanente Nässebeeinflussung durch Grundwasser zu erwarten.

Erdberührte Bauteile sind, abhängig von den tatsächlichen Gründungshöhen, der herzustellenden örtlichen Geländehöhe und dem verwendeten Aufhöhungsmaterial, gemäß DIN 18533 abzudichten.

Für unterhalb des jeweils ungünstigsten Bemessungswasserstandes gründende Bauteile ist der Faktor 'Auftrieb' entsprechend zu beachten.

Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die 'Expositionsklassen für Betonbauteile' zu berücksichtigen.

Die die Wasserdurchlässigkeit bestimmenden  $k_f$ -Werte ('Durchlässigkeitsbeiwerte') können für die erfassten und prägenden Bodenschichten wie folgt angegeben werden.

**Bodenart**  **$k_f$  -Wert in m/s**

- (aufgefüllter) Mutterboden:

Schluff, z.T. kiesig, schwach sandig-tonig, schwach organisch-humos .....  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$

- Schotterung / Füllkies:

Kies, (schwach) sandig, (schwach) schluffig, u.U. steinig .....  $10^{-2}$  -  $10^{-5}$

- Füllsand / Fluviatilsand:

Fein-/Mittelsand, (schwach) kiesig, (schwach) schluffig .....  $10^{-4}$  -  $10^{-7}$

- Füllschluff / Fluviatilschluff:

Schluff, (schwach bis stark) tonig, (schwach) sandig, z.T. organ. Anteile .....  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$

- Terrassenkies / Schmelzwasserschotter (untergrundprägend):

Kies, (schwach) sandig, (schwach) schluffig, u.U. steinig .....  $10^{-1}$  -  $10^{-6}$

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



## 2.3 Bestimmung der Stahl- und Betonaggressivität

Beton- und Stahlaggressivität Grundwasser: Die Grundwasserprobenentnahme erfolgte aus den zu permanenten Grundwassermessstellen ausgebauten Rammkernsondierungen

Den bereits im Zuge der Errichtung entsandeten und klargepumpten Grundwassermessstellen wurde am 22.06.2023 jeweils fachgerecht eine Grundwasserpumpprobe entnommen, welche von einem akkreditierten Chemielabor (HORN & CO. ANALYTICS GMBH, 57482 Wenden) auf ihre beton- und stahlangreifende Wirkung untersucht wurde. Die Probenahmeprotokolle sind der Anlage 8.1 und die Analyseergebnisse der Anlage 8.2 zu entnehmen.

### **Betonaggressivität (DIN 4030):**

WP BS B 12: 'Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 – nicht angreifend'

WP BS B 21: 'Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 – nicht angreifend'

WP BS B 119: 'Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 – nicht angreifend'

Zusammenfassend wurde für den Bereich des geplanten Paketzentrum Standortes ein **nicht-betonangreifendes Grundwasser** nachgewiesen.

### **Stahlaggressivität (DIN 50 929, Teil 3):**

Hinsichtlich der Korrosionswahrscheinlichkeit der Grundwasserprobe für unlegierte und niedrig legierte Eisenwerkstoffe ergibt sich nach DIN 50 929, Teil 3 die nachstehende Beurteilung:

Bereich	Korrosionsart	WP BS B 12	WP BS B 21	WP BS B 119
Unterwasserbereich	Mulden-/Lochkorrosion	sehr gering	sehr gering	sehr gering
	Flächenkorrosion	sehr gering	sehr gering	sehr gering
Wasser-/Luft-Grenze	Mulden-/Lochkorrosion	sehr gering	sehr gering	sehr gering
	Flächenkorrosion	sehr gering	sehr gering	sehr gering

**Tabelle 4:** Bewertung der Stahlaggressivität des Grundwassers

Zusammenfassend konnten für das Grundwasser aller drei untersuchten Grundwasserproben **sehr geringe Korrosionswahrscheinlichkeiten** nachgewiesen werden.

## 2.4 Bestimmung perfluorierter Tenside (PFAS)

Auf Eingabe durch den Bauherrn/AG erfolgte kurzfristig die Bestimmung von perfluorierten Tensiden im Grundwasser.

PFAS-Untersuchung Grundwasser: Die Grundwasserprobenentnahme erfolgte aus den drei o.g. zu permanenten Grundwassermessstellen. Den Grundwassermessstellen wurde am 30.08.2023 jeweils fachgerecht eine Grundwasserpumpprobe entnommen, welche von einem akkreditierten Chemielabor (HORN & CO. ANALYTICS GMBH, 57482 Wenden) untersucht wurde. Die Probenahmeprotokolle sind der Anlage 8.1 und die Analyseergebnisse der Anlage 8.2 zu entnehmen.

Untersucht wurden alle 13 in der u.g. Richtlinie aufgeführten PFAS sowie weitere polyfluorierte Tenside, die z.B. in wasserfilmbildenden Feuerlöschschaummitteln zum Einsatz kommen (Stichwort Capstone Produkte A und B). In Summe wurden somit 19 Einzelstoffe untersucht.

Bewertungsgrundlagen: Grundlage für die Analytik und Bewertung stellen die 'vorläufigen Richtlinien zur Bewertung von PFAS-Verunreinigungen in Wasser und Boden' des Bayerischen Landesamtes für Umwelt mit Stand Juli 2022 dar.

In der g.g. Richtlinie sind vorläufige Schwellenwerte für 13 lang- und kurzkettige PFAS zusammengestellt. Die Richtlinie führt dazu aus: "Bei Überschreitung dieser Werte im Grundwasser liegt in der Regel eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vor."

Die vorläufigen Schwellenwerte liegen für die einzelnen PFAS zwischen 0,06 µg/l (Perfluorononensäure – PFNA) und 10,0 µg/l (Perfluorbutansäure – PFBA).

**Analysenergebnisse: Im Ergebnis konnte in keiner der drei Wasserproben einer der untersuchten 19 Einzelstoffe oberhalb der apparatechnischen Nachweisgrenze analysiert werden. Somit konnten in den untersuchten Grundwasserproben keine PFAS nachgewiesen werden. Die o.g. Schwellenwerte werden damit (deutlich) unterschritten, das Grundwasser ist insofern als 'PFAS-frei' zu klassifizieren.**

## 2.5 Versickerungsversuche im Gelände

Vorbemerkung: Es ist vorgesehen, das anfallende Niederschlagswasser - bei Eignung der Böden sowie Einhaltung der wasserrechtlichen Bestimmungen - im Untergrund versickern zu lassen.

Hierfür ist die Errichtung einer kompakten Versickerungsmulde östlich des Paketentrums (bestandsfern der 600er-Seite bzw. nördlich des 'Weiher') und einer langgestreckten, schmalen Versickerungsmulde südöstlich des Paketentrums (bestandsfern der 500-er/600er-Seite bzw. südlich des 'Weiher') geplant.

Die Hinweisgebungen, Untersuchungen und die Bewertung des ermittelten Versickerungspotenzials erfolgen in enger Anlehnung an folgende aktuelle Regelwerke, Verwaltungsvorschriften, Software und Plandaten:

- *DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 'Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser' (Ausgabe: April 2005),*
- *Entwurf Arbeitsblatt DWA-A 138-1 „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“, November 2020 - Gelbdruck,*
- *KOSTRA-DWD 2020 (Version 4.1.3) und*
- *Technische Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser (TRENGW) Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit vom 17. Dezember 2008 Az: 52e-U4502-2008/28-1b.*

Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden insgesamt 30 Korngrößenanalysen durchgeführt (21 x Siebanalyse, 9 x Sieb-/Sedimentationsanalyse), wobei zum einen der gründungs- und versickerungsrelevante Kies/Sand und zum anderen der Fluviatilschluff untersucht wurden. In den Anlagen 3.1-3.5 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in den Tabellen 12a und 12b aufgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Untergrund weitestgehend von einem nicht bis gering bindigen, (stark) sandigen Terrassenkies/Schmelzwasserschotter geprägt wird, der erfahrungsgemäß hohe Durchlässigkeiten erwarten lässt ('Leiter'/'Nichtstauer').

Lokal, d.h. insbesondere im westlichen Teil des Areals, steht ein Fluviatilschluff an, der deutlich geringere Durchlässigkeiten aufweist ('Stauer'/'Nichtleiter').

Durchlässigkeit: Die theoretischen Berechnungen des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizient) erfolgten für den untersuchten Kies und Sand nach BEYER sowie bei den Lehmen bzw. stärker verlehnten Kiesen/Sanden ergänzend nach MALLET / PACQUANT. Es ergeben sich bei diesen Berechnungen folgende Durchlässigkeits-Größenordnungen:

- Terrassenkies/Schmelzwasserschotter: absolut überwiegend  $k_f (>) > 1 \cdot 10^{-4}$  m/s, ganz lokal  $k_f < 1 \cdot 10^{-5}$  m/s. (DIN 18 130: ´stark durchlässig´). Es existiert kein relevantes Staunässepotenzial. Einstufung: ´Leiter´
- Fluviatilsand:  $k_f \sim 10^{-5}$  m/s bis  $10^{-6}$  m/s (DIN 18 130: vermutlich noch ´durchlässig´). Es existiert kein nennenswertes bzw. ein allenfalls geringes Staunässepotenzial. Einstufung: ´Leiter´ bis ´Geringleiter´ / ´Geringstauer´
- Fluviatilschluff: überwiegend  $k_f \sim 10^{-8}$  m/s bis  $k_f \sim 10^{-9}$  m/s (DIN 18 130: ´gering durchlässig´ bis ´sehr gering durchlässig´). Es existiert weitgehend ein ausgeprägtes, hohes Staunässepotenzial. Einstufung: ´Nichtleiter / Stauer´

Auf Grundlage der im bodenmechanischen Labor ermittelten theoretischen Durchlässigkeitsbeiwerte weisen die untersuchten Kiese kein relevantes Staunässepotenzial auf. Somit ist eine materialspezifische Versickerungseignung der Kiese zu erwarten.

Aufgrund der zu erwartenden grenzwertigen Durchlässigkeitsbeiwerte werden die untersuchten Fluviatilsande hinsichtlich ihrer Versickerungseignung kritisch betrachtet. Der untersuchte Schluff lässt hingegen ein ausgeprägtes Staunässepotenzial erwarten und sollte keine Versickerungseignung aufweisen.

Durchführung der Versickerungsversuche im Gelände: Zur Ermittlung der hydraulischen Leitfähigkeit (= Wasserdurchlässigkeit) ist es notwendig, den  $k_f$ -Wert ("Durchlässigkeitsbeiwert") für die relevanten Lockersedimente festzustellen. Die Auswertung der Versickerungsversuche (hydrostatisches Verfahren mittels Auffüllversuche) erfolgt - bei einer quantitativ feststellbaren Versickerung - nach der Formel des „US Departments of the Interior Bureau of Reclamation Design of small Dams (1960: 144)“.

Die Versickerungsversuche wurden als hydrostatisches Verfahren (Auffüllversuche) mit konstanter Druckhöhe durchgeführt (´open-end-test´). Für die Durchführung der Versuche wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Bohransatzpunkte verwendet.

Als erster Schritt des Versickerungsversuchs erfolgte eine ausreichende Wässerung des Bohrlochprofils zwecks Sättigung des Bodenaufbaus. Im Anschluss erfolgte eine

Wassersäulenfestlegung. Darauf wird die Wasserzugabe pro Zeiteinheit gemessen, welche zur Konstanthaltung dieser o.g. definierten Wassersäulenhöhe benötigt wird.

Die Ergebnisse der Versuche sind der Anlage 7.1 zu entnehmen. In der Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Versickerungsversuche dargestellt. Ergänzend mit aufgeführt wird der im Rahmen von [V2] durchgeführte Versickerungsversuch am Ansatzpunkt BS 11, da sich dieser im Nahbereich zu den aktuell geplanten Versickerungsanlagen befindet.



Bohrung	Vers. Nr.	Q m <sup>3</sup> /s	kf m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 11	1	1,59E-04	<b>5,66E-04</b>	Grundwasser bei 1,82 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>4,75E-04</b>	Fluviatilschluff; 0,60 - 1,82 m u.GOK
BS B 4	1	2,02E-04	<b>1,21E-04</b>	Grundwasser bei 1,82 m u.GOK
	2	1,59E-04	<b>1,28E-04</b>	Fluviatilschluff; 0,60 - 1,82 m u.GOK
BS B 6	1	1,42E-04	<b>1,96E-05</b>	Grundwasser bei 1,48 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>1,88E-05</b>	Fluviatilschluff; 0,70 - 1,48 m u.GOK
BS B 12	1	9,95E-05	<b>2,50E-05</b>	Grundwasser bei 2,40 m u.GOK
	2	1,06E-04	<b>2,31E-05</b>	Fluviatilschluff+Fluviatilsand; 1,00 - 2,40 m u.GOK
BS B 17	1	1,15E-04	<b>6,56E-05</b>	Grundwasser bei 1,40 m u.GOK
	2	1,15E-04	<b>6,45E-05</b>	Fluviatilschluff; 0,40 - 1,40 m u.GOK
BS B 36	1	2,22E-04	<b>6,19E-04</b>	BLZ bei 2,20 m u.GOK
	2	1,85E-04	<b>5,61E-04</b>	Fluviatilkies; 1,00 - 2,20 m u.GOK
BS B 45	1	2,67E-04	<b>4,64E-04</b>	Grundwasser bei 1,85 m u.GOK
	2	2,67E-04	<b>5,77E-04</b>	Fluviatilschluff; 0,85 - 1,85 m u.GOK
BS B 46	1	1,80E-04	<b>6,94E-04</b>	Grundwasser bei 1,70 m u.GOK
	2	1,59E-04	<b>5,39E-04</b>	Fluviatilkies; 1,10 - 1,70 m u.GOK
BS B 81	1	1,59E-04	<b>1,13E-04</b>	Grundwasser bei 1,93 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>9,01E-05</b>	Fluviatilkies+Fluviatilsand; 0,80 - 1,93 m u.GOK
BS B 82	1	1,42E-04	<b>1,15E-05</b>	Grundwasser bei 1,88 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>1,04E-05</b>	Fluviatilkies+Fluviatilsand; 0,70 - 1,88 m u.GOK
BS B 83	1	8,89E-05	<b>2,42E-06</b>	BLZ bei 1,40 m u.GOK
	2	8,89E-05	<b>1,01E-06</b>	Fluviatilschluff; 0,40 - 1,40 m u.GOK
BS B 117	1	9,95E-05	<b>2,84E-04</b>	BLZ bei 1,45 m u.GOK
	2	1,08E-04	<b>2,63E-04</b>	Fluviatilkies; 0,45 - 1,45 m u.GOK
BS B 121	1	1,33E-04	<b>8,42E-04</b>	BLZ bei 1,11 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>8,08E-04</b>	Fluviatilkies; 0,60 - 1,11 m u.GOK
BS B 123	1	1,33E-04	<b>1,65E-04</b>	BLZ bei 2,00 m u.GOK
	2	1,33E-04	<b>1,27E-04</b>	Fluviatilschluff; 0,90 - 2,00 m u.GOK

**Tabelle 5:** Ermittelte Durchlässigkeitsbeiwerte (Geländeversuche)

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

Hierzu sei angemerkt, dass die Versuche größtenteils ´auf der Grundwasseroberfläche´ durchgeführt wurden, was zulässig ist, solange ausschließlich die Durchlässigkeit der oberhalb des Grundwasserspiegels befindlichen Schichten bestimmt wird.

## 2.6 Wasserrechtliche Bewertung des Versickerungspotenzials

Das Untersuchungsgebiet liegt nicht innerhalb ausgewiesener oder in Planung befindlicher Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete. Diesbezüglich sind keine besonderen Auflagen zu beachten.

Bodengenese: Ausschließlich gewachsene Böden dürfen das versickerungsrelevante Medium stellen. Ein Gefährdungspotenzial bzgl. möglicher Auswaschungen besteht hier grundsätzlich nicht. Eine nachteilige Veränderung von Boden/Grundwasser wäre demnach nicht zu befürchten.

Materialspezifische Bewertung: Nach dem DWA-Regelwerk stehen Lockergesteine mit Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f > 10^{-6}$  m/s für eine Versickerung zur Verfügung.

Die gegenüber den Korngrößenanalysen eigentlich aussagekräftigeren Versickerungsversuche belegen für die herangezogenen Profilmereiche wechselnde Durchlässigkeiten.

Hierbei konnten auch innerhalb geologisch gleichartig anzusprechenden Einheiten (Fluviatilkies, Fluviatilsand, Fluviatilschluff) durchaus nennenswerte Unterschiede in der Versickerungsleistung ermittelt werden.

Fluviatilkies: Es wurden überwiegend Durchlässigkeiten im Bereich von  $k_f > 1,0 \cdot 10^{-4}$  m/s (DIN 18 130: ´stark durchlässig´) festgestellt. Daneben konnten in Bereichen, in denen eingeschaltete Fluviatilsande vorliegen, deutlich geringere Durchlässigkeiten im Bereich von bis zu  $k_f \sim 1,0 \cdot 10^{-5}$  m/s nachgewiesen werden (DIN 18 130: ´durchlässig´).

Fluviatilschluff: Es wurden überaus wechselhafte Durchlässigkeiten im Bereich von  $k_f > 1,0 \cdot 10^{-4}$  m/s (DIN 18 130: ´stark durchlässig´) bis  $k_f \sim 1,0 \cdot 10^{-6}$  m/s nachgewiesen werden (DIN 18 130: noch ´durchlässig´). Gegenüber den auf Grundlage der bodenmechanischen Versuche ermittelten theoretischen Durchlässigkeitsbeiwerten ergeben sich hier teils deutliche Abweichungen.

Die im Bereich der Fluviatilkiese ermittelten Durchlässigkeiten bewegen sich oberhalb der versickerungstechnisch geforderten Mindestwerte bzw. unterhalb der zulässigen Höchstwerte. Sie stellen somit ein – zumindest theoretisch – geeignetes Versickerungsmedium dar.

Innerhalb der Fluviatilschluffe werden die versickerungstechnisch geforderten Mindestwerte gem. DWA im praktischen Versuch teilweise nur grenzbereichlich eingehalten. Zudem ergeben sich z.T. unplausibel hohe Durchlässigkeitsbeiwerte.

**Zusammenfassend konnte in der aktuellen Geländekampagne keine vollständige Übereinstimmung von labortechnisch ermittelten theoretischen Durchlässigkeiten und praktisch ermittelten Durchlässigkeiten in Gelände erzielt werden.**

**Im Gegensatz zu den Bohrungen B117, B121 und B123 konnten im Bereich der geplanten Versickerungsanlage im Umfeld der Bohrungen B81 – B83 heterogene und von den bisherigen Versuchen abweichende Versickerungsleistungen nachgewiesen werden.**

**In enger Abstimmung mit dem zuständigen Fachplaner wurde daher ein technisch umsetzbarer Lösungsansatz erarbeitet, der die besonderen Anforderungen des Vorhaben bezogenen Bebauungsplans und die Sensibilität der Versickerungsthematik in ausreichender Art und Weise berücksichtigt (siehe Kapitel 2.8).**

Grundwasserrelevante Faktoren: Es darf aus hydrogeologischen, umweltgeologischen und wasserrechtlichen Aspekten ein Mindestabstand des tiefstgelegenen Bestandteils einer Versickerungsanlage zum höchstgelegenen Grundwasserstand (= geringster Flurabstand) von 1,0 m nicht unterschritten werden. Genannter Mindestabstand wird in dem Regelwerk der DWA A 138 für Versickerungsanlagen empfohlen.

Der o.g. TRENGW fordert einen dauerhaften Mindestabstand von 1 m zum Mittelwert der jahreshöchsten Grundwasserstände (= MHGW).

Grundwasser wurde im Untersuchungszeitraum (43. Und 45.-46. KW 2022) bei im Mittel ca. 1,82 m u.GOK angetroffen (mittlere Höhenkote ca. +373,19 m NHN).

**Der mittlere höchste Grundwasserstand (MHGW) als relevanter 'Bemessungswasserstand' zur Bestimmung des Mindestabstandes von Versickerungsanlagen zum Grundwasser kann zum aktuellen Kenntnisstand in der Größenordnung von 0,6 m u.GOK bzw. mit einer mittleren Höhenkote von ca. +374,4 m NHN angegeben werden (Herleitung siehe Kapitel 2.2).**

Vorgenannter Mindestabstand kann somit – bei gegenüber im Untersuchungszeitraum in der 43. und 45.+46. KW 2022 unveränderten Geländehöhen – weder bei Errichtung ‘tiefer’ Versickerungsanlagen wie z.B. Rigolenversickerungen, noch bei ‘flachen’ Versickerungsanlagen wie z.B. Muldenversickerungen / Beckenversickerungen eingehalten werden.

Ausgehend von den aktuellen Geländehöhen ist wasserrechtlich eine Versickerung anfallender Niederschlagswässer – gleich welcher Bauart (Mulden, Becken, etc.) – aufgrund des nicht ausreichenden / nicht dauerhaft vorhandenen Sickertraumes unzulässig.

Zur Herstellung wasserrechtlich regelkonformer Verhältnisse werden umfangreiche Geländeanehebungen in den versickerungsrelevanten Bereichen erforderlich, die planerischerseits bereits berücksichtigt werden (siehe z.B. [U4] und [U10]).

Anmerkung zu einer Anhebung des Geländes: Aufgrund der erheblichen herzustellenen Flächengrößen wird eine Anhebung des Geländes zur Schaffung einer ausreichenden Sickerstrecke bzw. zur Einhaltung des o.g. Mindestabstandes, einschließlich eines entsprechenden Mindestgefälles der Flächen zu Heranführung der Wässer, als bautechnisch und wirtschaftlich aufwendig eingeschätzt.

Zusammenfassung: Aufgrund der oben aufgeführten Punkte (• oberflächennaher Grundwasserspiegel; Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub> = 0,6 m unter aktueller örtlicher Geländeoberkante bzw. +374,4 m NHN) ist aus gutachterlicher Sicht eine zentrale Versickerung der anfallenden Wässer der Dachflächen sowie von Stell-/ Bewegungsflächen zum einen nicht ohne eine deutliche Grundstücksaufhöhung möglich bzw. wasserrechtlich nicht zulässig.

**Zum anderen wird zum Einbau zusätzlicher technischer Maßnahmen zur Verteilung anfallender Sickerwässer angeraten, um die in den praktischen Geländeversuchen festgestellten örtlichen Besonderheiten hinreichend zu berücksichtigen.**

Diese Beurteilung stimmt mit den wasserrechtlichen und technischen Vorgaben (DWA/ATV) überein.

## 2.7 Hinweisgebungen zur Errichtung der Versickerungsmulden

Abstände: Es muss ein Mindestabstand von 3 m zu nichtunterkellerten und von 6 m zu unterkellerten Gebäuden / Bauwerken eingehalten werden, sofern diese nicht über entsprechende Abdichtungen verfügen sollten. Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Positionierung Versickerungsanlagen: Auf Grundlage der aktuell vorliegenden Planunterlagen erfüllen die im Osten und Südosten des Grundstücks geplanten Versickerungsanlagen die Anforderungen an die o.g. Mindestabstände.

Durchlässigkeitsbeiwert: Planerischerseits wird bei den Dimensionierungsberechnungen aufgrund der Durchströmung der 'belebten Bodenzone' ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  angesetzt. Derselbe Durchlässigkeitsbeiwert wird für die versickerungsrelevant auftretenden Fluviatilkliese angesetzt. Dieser beinhaltet einen deutlichen Sicherheitsabschlag gegenüber den mehrheitlich im Gelände ermittelten Werten und berücksichtigt somit auch längerfristige Leistungsabnahmen der Versickerungsanlagen hinreichend.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde darf dauerhaft einen Winkel von  $26^\circ$  (1:2) nicht überschreiten. Bauzeitlich herzustellende Böschungen können hiervon abweichen.

Die geometrische Ausgestaltung der Mulden kann unter Berücksichtigung der zur Versickerung notwendigen Rahmenbedingungen letztlich frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktionsaufrechterhaltung:

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

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

Die bei der Dimensionierungsberechnung der Mulde angegebene 'verfügbare Versickerungsfläche' betrifft ausschließlich den horizontalen Sohlbereich der Mulde. Die Böschungen zählen nicht hierzu.

Frostfall: Es sollte ein ausreichend dimensionierter 'Notüberlauf' für die Muldenwässer geschaffen werden. Dieser 'Notüberlauf' sollte an der Oberkante der Mulde ansetzen. Der Überlauf ist lediglich als Sicherung für den *Frostfall* der Muldensohle notwendig. Das Bauteil 'Entlastungsleitung' (siehe auch Kapitel 2.8) erfüllt diese Funktion analog.

Sicherheitsabschläge: Im Hinblick auf potenzielle Abnahmen der Versickerungsleistung sollten folgende Sicherheitsabschläge berücksichtigt werden:

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

Böschchen/Verbau: Die vorliegenden Böden können bauzeitlich mit einem max. Böschungswinkel von  $\beta = 45^\circ$  geböscht werden.

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

Filterstabilität / Geotextileinbau: Im Vorfeld der u.g. Eignungsprüfungen ist u.a. die Filterstabilität der Materialien (Oberboden – Fluvialtkies) zueinander zu bestimmen. Kann die Filterstabilität nicht nachgewiesen werden, so wird zum Einbau eines geeigneten Geotextils geraten.

Probeversickerungen: Vor Oberbodeneinbau in den Versickerungsmulden und vor Errichtung der WB-Stellflächen auf der 600er-Seite ist durch baubegleitend durchzuführende in-situ Versickerungsversuche die ausreichende Durchlässigkeit der anstehenden Böden zu belegen.

Die Versuchsansatzpunkte sind statistisch über die Flächen zu verteilen. Im Mittel ist mindestens der dimensionierungsrelevante Durchlässigkeitsbeiwert zu erreichen. Diese Maßnahmen sollten in den u.g. 'Qualitätssicherungsplan' aufgenommen werden.

Schutzmaßnahmen / Qualitätssicherungsplan: Der Aufrechterhaltung der Durchlässigkeit anstehender Böden kommt in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung zu. Nicht nur vor dem Bau der Versickerungsanlagen, sondern auch während der Bauausführung ist darauf zu achten, dass der Untergrund im Versickerungsbereich nicht durch dynamische Belastungen oder schwere Auflasten (z.B. Überfahrungen oder Nutzung als Lagerfläche) verdichtet wird. Weiterhin ist durch geeignete Maßnahmen eine möglichst frühzeitige Funktionsbereitschaft der Versickerungsanlagen zu gewährleisten.



Alle in den Sickerraum einzubauenden Materialien dürfen durch Auswaschungen und Auslaugung das Sicker- und Grundwasser nicht nachteilig verändern. Es ist durch die Bauleitung darauf zu achten, dass es zu keinem unzulässigen Einbau von Fremdmaterialien (Bauschutt, Abfall) kommt. Durch das Füllmaterial darf kein Stauhorizont entstehen.

Diesbezüglich sind entsprechende Schutz-/Vorbereitungsmaßnahmen vorzusehen (Auflistung möglicher Maßnahmen ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Ausweisung der Versickerungsmulden als 'lastfrei' zu haltende Flächen
- Aufstellung von Absperrungen/Zäunen
- Bereitstellung eines 'Pufferlagers' für Zuliefermaterial
- Einsatz von Gerätschaften mit möglichst geringem spezifischen Bodendruck
- Rückschreitendes Arbeiten bei Auskoffnung und Arbeiten 'vor Kopf' bei Wiedereinbau von Material
- Frühzeitige Begrünung der Mulden ohne diese mit Niederschlagswässern zu beaufschlagen, um möglichst viel Zeit für ein Anwachsen zu erhalten.

Aufgrund der Größe und Komplexität der herzustellenden Versickerungsanlagen wird zur Aufstellung eines **Qualitätssicherungsplanes** geraten. Dieser sollte eine Eigen- und Fremdüberwachung enthalten, was bereits in einem LV berücksichtigt werden sollte.

Über maßnahmenvorlaufende **Eignungsprüfungen** sollte zum Einbau vorgesehene Material hinsichtlich aller relevanten bodenmechanischen und chemischen Parameter geprüft und explizit zum Einbau freigegeben werden. Es ist ggf. ein Mischungsverhältnis verschiedener Ausgangsmaterialien festzulegen, welches die benötigten Eigenschaften gesichert einhält. Es ist sicherzustellen, dass homogenes Material in ausreichender Menge beschaffbar ist.

Baustellenseits ist zunächst nach Augenschein zu prüfen, ob das Anliefermaterial dem Material der Eignungsprüfungen entspricht. Offensichtlich abweichende Materialien dürfen nicht eingebaut werden.

**Aufgrund der Bedeutung für das Bauvorhaben sollte Zuliefermaterial zudem engmaschig, z.B. alle ca. 50 m<sup>3</sup>, durch die Eigenüberwachung auf die kritischen bodenmechanischen Eigenschaften, insbesondere den Durchlässigkeitsbeiwert, untersucht werden.**

**Da so zwischen Anlieferung und Einbau ein gewisser Zeitraum benötigt wird, wird zur Einrichtung eines lagermäßigen 'Puffers' geraten, um stets ausreichend geeignetes Material für einen Einbau vorrätig zu halten.**

Längere Zeit zwischengelagertes Material ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. abgeplante Mieten) vor für den Einbau nachteiliger Veränderung zu schützen.

Es sei zudem auf die o.g. vorlaufenden 'Probeversickerungen' hingewiesen.

Normen / Richtlinien / Regelwerke: **Aufgrund der Vielzahl aktuell bereits in Überarbeitung befindlicher Werke sei abschließend darauf hingewiesen, dass grundsätzlich das zum Zeitpunkt der Ausführung gültige Normen-/Regelwerk maßgeblich ist.**

Dies betrifft insbesondere das seit November 2020 als Entwurf vorliegende Arbeitsblatt DWA-A 138-1.

## 2.8 Zusätzliche Maßnahmen zur Verteilung von Sickerwässern

Nachfolgend werden die mit dem Fachplaner gemeinsam und iterativ abgestimmten Maßnahmen zur dauerhaft gesicherten und schadlosen Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer aufgeführt. Neben der ohnehin erfolgten fachtechnischen Dimensionierung des Gesamtsystems wird durch die Maßnahmenkombination ein deutliches Maß an Sicherheit gegenüber einem Versagen geschaffen.

Ausgangssituation: Der zur Reinigung der anfallenden Wässer aufzubringende Oberboden wird vollständig als kontrolliert herzustellendes/einzubauendes Zukauf-/Zuliefermaterial betrachtet und daher als 'feste' Größe gesetzt.

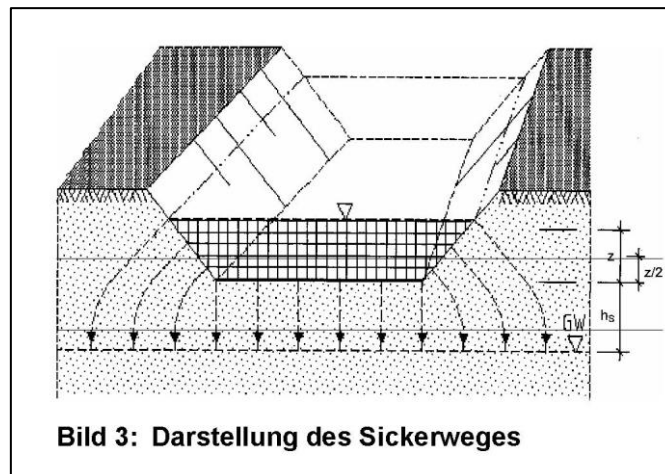
Der östliche Bereich der Versickerungsmulde wird im Umfeld der Bohrung B83 hinsichtlich der Weitergabe der gereinigten Wässer, d.h. nach der Mutterbodenpassage, auf einer Fläche von 1.622 m<sup>2</sup> mit einer Leistung von „0“ angesetzt [siehe U14]. Diese Annahme liegt auf der sicheren Seite, da auch geringer durchlässige Bodenpartien (über einen längeren Zeitraum als 24h betrachtet) durchaus eine nennenswerte Versickerungsleistung aufweisen.

Diese 1.622 m<sup>2</sup> 'fehlende' Sickerfläche soll folglich durch die Schaffung von 'Ersatzsickerflächen' bereit gestellt werden.

Vorschlag zur Dimensionierung: Zur Vermeidung von Änderungen an der Oberflächengestaltung der Planflächen, die aufgrund des Vorhaben bezogenen Bebaungsplanes nicht zulässig sind, werden ausschließlich unterirdisch zu realisierende Maßnahmen als umsetzbar angesehen. Betrachtet wird daher zunächst die Verlegung von Drainagerohren mit einem Innen-/Nenndurchmesser von DN 250, die allseitig offen sind (sog. 'Vollsickerrohr').

Nach Arbeitsblatt DWA-A 138 Bild 3 (siehe Abb. 3) kann der Sickerweg von Wässern in Abhängigkeit von der Einstauhöhe und dem Abstand zum Grundwasser angegeben werden. Auf der sicheren Seite liegend wird von einem Einstau im Rohr nur bis zur Hälfte ( $h = 12,5$  cm) ausgegangen. Bis auf diese Höhe wird sich gem. Bild 3 beidseitig des Sickerrohres ein etwa unter 45° ausgebildeter Sickerweg einstellen.

Vereinfachend wird zudem davon ausgegangen, dass die weitere Ausbreitung der Wässer unter 45° bis maximal zum einfachen des verwendeten Sickerrohre (hier: 25,0 cm) erfolgt. Somit ergibt sich eine effektive Ersatzsickerfläche von (mindestens) 0,75 m<sup>2</sup> pro laufender Meter Sickerrohr. Bei analoger Betrachtung eines DN 300-Sickerrohres ergibt sich eine effektive Ersatzsickerfläche von (mindestens) 0,9 m<sup>2</sup> pro laufender Meter Sickerrohr.



**Bild 3: Darstellung des Sickerweges**

**Abb. 3:** Darstellung des Sickerweges (aus: Arbeitsblatt DWA-A 138; April 2005)

Bei einer 1:1-Kompensation der o.g. 1.622 m<sup>2</sup> Sickerfläche wären demzufolge rund 1.800 m DN 250-Sickerstränge erforderlich. Die vorgenannten Angaben beziehen sich jedoch auf die Eingangsgröße eines Durchlässigkeitsbeiwertes von  $k_f = 5 \times 10^{-5}$  m/s.

Bei der in westlicher Richtung anzunehmenden Verbesserung des  $k_f$ -Wertes auf ca.  $1 \times 10^{-4}$  m/s (siehe Versuchsergebnisse an den Ansatzpunkten B36 und B123) verringert sich die benötigte Länge von DN 250-Rohren auf ein Maß von ca. 845 m.

**Gemäß [U14] wird unterhalb der WB-Stellflächen fernab der 600er-Seite die Verlegung von DN 250-Sickerleitungen mit einer Gesamtlänge von rund 1.000 m vorgesehen, was somit deutlich auf der sicheren Seite liegt.**

Vorschlag zur Bauweise: Die Sickerrohre sollten am östlichen Rand der Versickerungsmulde beginnen und in westlicher Richtung bis in den Bereich unterhalb der WB-Stellflächen bestandsfern der 600er-Seite geführt werden. Da es sich nicht um Drainleitungen im Sinne der DIN 4095:1990-06 handelt, wird ein minimales Leitungsgefälle von wenigen Promille als ausreichend angesehen.

Hier empfiehlt sich die aufgefächerte weitere Verteilung in nördlicher und südlicher Richtung, wobei die gesamte zur Verfügung stehende Breite der WB-Stellflächen genutzt werden sollte. An Start-/Endpunkten und an Punkten mit einem Richtungswechsel der Verteilrohre sollten Kontrollschächte angeordnet werden. Im Bereich der zukünftigen Überbauung durch die WB-Stellflächen ist auf die ausreichende Druckfestigkeit der eingesetzten Leitungen zu achten.

Die Sickerleitungen sind gemäß [U13] etwa mittig eines 50 – 60 cm mächtigen Kiespaketes, bestehend aus einer rundkörnigen, wasserwirtschaftlich unbedenklichen

Geogenkies ohne '0-Korn' (z.B. 'gewaschener Betonkies' der Körnung 0,1/32 mm) zu verlegen.

Der als Zuliefermaterial zu beschaffende zum Einbau vorgesehene 'gewaschene Betonkies' ist anhand von Prüfzeugnissen/Testaten hinsichtlich seiner bodenmechanischen und chemischen Eignung zu prüfen und durch die Bauleitung und den Bodengutachter bzw. den zuständigen Fachplaner freizugeben.

Unnötige Bodenverdichtungen des anstehenden Bodens und/oder des Materials im Bereich der Sickerleitungen, welche die Durchlässigkeit negativ beeinflussen sind zu vermeiden.

zusätzlicher Bodenaustausch: Im Bereich der o.g. Fläche im Osten der Versickerungsmulde wird zudem Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von 0,55 m vorgesehen. Potenziell weniger durchlässige oberflächennahe Profilbereiche (Fluviatilschluff) werden somit entfernt und durch an anderer Stelle des Baufeldes anfallenden (z.B. Trasse der Stauraumkanäle), ausreichend durchlässigen und nachweislich wasserwirtschaftlich unbedenklichen Geogenkies (siehe Kapitel 3) ersetzt. In den eingebauten Kies werden im Anschluss die Sickerleitungen in dem o.g. 'gewaschener Betonkies' eingebettet.

Die vorhandene Oberböden (auch) aus diesem Teil des Baufeldes vorab zu entfernen sind stellt die Maßnahme des Bodenaustausches in weiten Teilen einen 'Sowieso-Aufwand'dar.

weitere technische Sicherungsdetails: Für Starkregenereignisse wird zudem der Einbau einer ca. 15 m breiten 'Überlaufschwelle' von der östlichen Versickerungsmulde zum südlich davon befindlichen Weiher vorgesehen. Der Bereich südlich der Überlaufschwelle soll gegen Ausspülungen befestigt werden.

Des Weiteren wird – ebenfalls für Starkregenereignisse – die Herstellung einer Entlastungsleitung zwischen den beiden Versickerungsmulden geplant. Die Oberkante der Abläufe soll gem. [U14] bei +375,40 m NHN und damit jeweils auf Oberkante Sohle der Becken zu liegen kommen.

Durch dieses System kann nach dem Prinzip der 'kommunizierenden Röhren' ein Wasseraustausch zwischen einer höher eingestauten mit einer weniger hoch eingestauten Versickerungsmulde erfolgen und somit ein zusätzliches Maß an Sicherheit gegenüber der Überlastung einer Mulde geschaffen werden.

### **3. Chemische Untersuchung des Bodens**

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

Bodenbelastungen / Auffälligkeiten: Grundsätzlich wurde das geförderte Bohrgut auch einer umweltgeologischen Bodenansprache unterzogen und auf auffällige bzw. schadstoffbehaftete Inhaltsstoffe kontrolliert.

Bei der Boden-/Materialansprache wurden innerhalb der Auffüllungen ausschließlich Naturstein- und Bauschuttbeimengungen i.w.S. erkannt, die als unbedenklich eingestuft werden.

Sonstige sensorische Auffälligkeiten (Verfärbungen, Geruch, etc.) konnten in den Auffüllungen nicht erkannt werden (siehe Tabellen 2).

Innerhalb der gewachsenen Böden wurden keinerlei Auffälligkeiten erkannt.

Hinzuweisen sei darauf, dass sich diese Aussagen ausschließlich auf die Bodenproben beziehen und Bohrungen punktuelle Aufschlüsse darstellen.

Methodik / Parameterumfang: Beauftragungsgemäß wurden Mischproben auf den Parameterumfang gem. 'Eckpunktepapier Verfüll-Leitfaden Bayern' (LVGBT) untersucht. Es wurden die Böden zusammengefasst, die bei der Errichtung von (Stauraum-)Kanälen und Schachtbauwerken ausgekoffert werden müssen. Weiterhin wurden Böden erfasst, die im Rahmen der Herstellung der Lärmschutzwände möglicherweise als Bohrgut anfallen.

Weiterhin wurde der örtlich im Rahmen der Maßnahme aufzunehmende Oberboden – zwecks Ermittlung der Möglichkeit zur Wiederaufbringung auf landwirtschaftlichen Flächen bzw. auf einer bestehenden durchwurzelbaren Bodenschicht – beauftragungsgemäß auf die Vorsorgewerte der BBodSchV untersucht.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich jeweils um aus Bohrungseinzelproben zusammengestellte Mischproben. Die in den Mischproben enthaltenen Einzelproben sind der Tabelle 7 sowie die Details zur Probenahme (Bodenart, Entnahmetiefe, etc.) der Anlage 2 (Schichtendarstellungen) zu entnehmen. Zusammenfassende Probenahmeprotokolle liegt KLEEGRÄFE-intern vor und können bei Bedarf nachgereicht werden.



Anmerkung Parameterumfang Ersatzbaustoffverordnung (EBV): An zwei Mischproben erfolgte eine ergänzende Analyse auf die Parameter der **Ersatzbaustoffverordnung (EBV)** für die Matrix 'Bodenmaterial' gemäß Anlage 1, Tabelle 3.

Hintergrund ist hier das Inkrafttreten der Mantelverordnung am 01.08.2023. Diese umfasst die Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, die Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung sowie Änderungen der Deponie- und Gewerbeabfallverordnung.

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

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

Anmerkung Änderung der Deponieverordnung (DepV): Eine Deponierung anfallender Aushubmassen ist grundsätzlich nachrangig zu einer Wiederverwertung bzw. zum Recycling zu betrachten. Es wird zudem darauf hingewiesen, dass ab dem 01.01.2024 ein explizites Ablagerungsverbot nach §7 Abs. 3 der Deponieverordnung für Abfälle in Kraft tritt, die einer Verwertung zugeführt werden können.

Ausgenommen hiervon sind nur Abfälle, bei denen eine Ablagerung auf Deponien den Schutz von Mensch und Umwelt am besten oder in gleichwertiger Weise wie die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling gewährleistet.

Weiterführung des bayerischen Verfüll-Leitfadens ab dem 01.08.2023: Das Land Bayern hat sich mit der Aufnahme der sogenannten 'Länderöffnungsklausel' in § 8 Abs. 8 der neuen BBodSchV dafür eingesetzt, dass Bundesländer bei (Wieder-) Verfüllungen von abgebauten Vorkommen mineralischer Rohstoffe wie z. B. Kies oder Sand von bestimmten Vorgaben der BBodSchV n.F. abweichen und dafür landesspezifische Regelungen treffen können. Von dieser Möglichkeit macht das Land Bayern Gebrauch. Der o.g. Verfüll-Leitfaden wird daher auch nach dem 31.07.2023 für die Genehmigung von Verfüllungen die Grundlage bilden.

Es gelten für den Vollzug des Verfüll-Leitfadens in der Fassung vom 15.07.2021 (UMS vom 01.09.2021, Az. 57d-U4449.3-2021/1-36) ab dem 01.08.2023 die mit Schreiben vom 06.07.2023 vom 'Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz' veröffentlichten Hinweise und Anpassungen.

Insbesondere gelten damit weiterhin die bisherigen Zuordnungswerte im Feststoff und Eluat, womit die durchgeführte Analytik weiterhin für eine Beurteilung herangezogen werden kann.

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

- *Leitfaden zu den Eckpunkten des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen 'Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen'* (Stand 15.07.2021; gültig seit dem 01.10.2021).
- *Bundes-Bodenschutzgesetz* (BBodSchG, März 1999ff) / die *Bundes-Bodenschutzverordnung* (BBodSchV; März 1999ff).
- *Mantelverordnung* – 'Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung', darin Artikel 1: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV; kurz EBV; Stand: 11.06.2021) und Artikel 2: *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV; Stand 16.07.2021).

Es wurden Einzelproben aus den Bohrungen je nach Lage in den Baufeldern (siehe Tabelle 6) zu **Mischproben** (MP) zusammengefasst.

Die Parameterauswahl (siehe Tabellen 7a und 7b) erfolgte unter wiederverwendungstechnischen Gesichtspunkten. Hierbei handelt es sich stets um Material, welches bei der Neuerrichtung der Trassen/Flächen - zumindest in Teilbereichen - abgeschoben bzw. aufgenommen werden muss. Die Proben entstammen den nachfolgend aufgeführten Bereichen:

Mischprobe	zugehöriger Bereich der Teil-Maßnahme	relevante Bohrungen	Auffüllung	Geogenboden
MP Stauraumkanal Nord	Trasse des Stauraumkanals vor der 500er-Seite	B13 - B18	-	X
MP Stauraumkanal Ost	Trasse des Stauraumkanals vor der 600er-Seite	B20, B35, B54, B79	-	X
MP Stauraumkanal Süd	Trasse des Stauraumkanals vor der 200er-Seite	B118 - B122	-	X
MP LSW 1+3+4+5	Lärmschutzwände an der Westgrenze des Grundstücks	B56, B57, B58, B68, B84	(X)	X
MP LSW 2	Lärmschutzwand an der Nordgrenze des Grundstücks	B1, B2, B11, B22	-	X
MP LSW 6	Lärmschutzwand an der Ostgrenze des Grundstücks	B19, B20, B35, B36, B55, B66, B80, B112, B124, B125	-	X
MP Oberboden (Wald)	Waldareal an der Westgrenze des Grundstücks	B23 - B26, B38, B39, B45, B56 - B59, B68, B70, B71	(X)	X
MP Mutterboden 1	Oberboden nördlich des PZ-Plangebäudes	B1 - B18, B22	-	X
MP Mutterboden 2	Oberboden östlich des PZ-Plangebäudes	B19 - B21, B34 - B36, B53 - B55, B66, B78, B79, B99, B112, B113, B122	(X)	X
MP Mutterboden Versickerungsmulden	Oberboden im Bereich der Versickerungsmulden östlich/südlich des PZ-Plangebäudes	B80 - B83, B123 - B125	(X)	X
MP Mutterboden Gebäude	Oberboden im Bereich des PZ-Plangebäudes	B27 - B33, B40, B42 - B44, B46 - B49, B51, B52, B60, B62, B64, B72 - B77, B85, B86, B88, B93 - B98, B104, B106	(X)	X
MP Mutterboden 3	Oberboden südlich des PZ-Plangebäudes	B89, B91, B92, B102, B103, B114 - B122	(X)	X

**Tabelle 6:** Zusammenstellung der Entnahmebereiche

Feststoffanalysen (Boden)	
<p>jeweils - Parameterumfang <b>Eckpunktepapier</b> <b>Bayern, Feststoff</b> + Eluat</p>	<p><u>MP Stauraumkanal Nord</u> (B13/2 + B13/3 + B13/4 + B13/5 + B13/6 + B14/2 + B14/3 + B14/4 + B14/5 + B15/2 + B15/3 + B15/4 + B16/2 + B16/3 + B16/4 + B16/5 + B16/6 + B17/2 + B17/3 + B17/4 + B17/5 + B18/2 + B18/3 + B18/4 + B18/5)</p> <p><u>MP Stauraumkanal Ost</u> (B20/2 + B20/3 + B20/4 + B20/5 + B35/2 + B35/3 + B35/4 + B35/5 + B54/2 + B54/3 + B54/4 + B79/2 + B79/3 + B79/4 + B79/5)</p> <p><u>MP Stauraumkanal Süd</u> (B118/2 + B118/3 + B118/4 + B118/5 + B119/2 + B119/3 + B119/3 + B119/4 + B119/5 + B119/6 + B120/2 + B120/3 + B120/4 + B120/5 + B121/2 + B121/3 + B121/4 + B121/5 + B121/6 + B122/2 + B122/3 + B122/4 + B122/5)</p> <p><u>MP LSW 1+3+4+5</u> (B56/2 + B56/3 + B56/4 + B56/5 + B56/6 + B56/7 + B56/8 + B56/9 + B56/10 + B56/11 + B57/2 + B57/3 + B57/4 + B57/5 + B57/6 + B57/7 + B57/8 + B57/9 + B58/2 + B58/3 + B58/4 + B58/5 + B58/6 + B58/7 + B58/8 + B68/2 + B68/3 + B68/4 + B68/5 + B68/6 + B68/7 + B84/2 + B84/3 + B84/4 + B84/5 + B84/6 + B84/7 + B84/8 + B84/9 + B84/10 + B84/11 + B84/12)</p> <p><u>MP LSW 2</u> (B1/2 + B1/3 + B1/4 + B1/5 + B1/6 + B1/7 + B1/8 + B1/9 + B1/10 + B1/11 + B1/12 + B2/2 + B2/3 + B2/4 + B2/5 + B2/6 + B2/7 + B2/8 + B2/9 + B2/10 + B2/11 + B11/2 + B11/3 + B11/4 + B11/5 + B11/6 + B11/7 + B11/8 + B11/9 + B11/10 + B11/11 + B11/12 + B11/13 + B22/2 + B22/3 + B22/4 + B22/5 + B22/6 + B22/7 + B22/8 + B22/9 + B22/10 + B22/11 + B22/12)</p> <p><u>MP LSW 6</u> (B19/2 + B19/3 + B19/4 + B19/5 + B19/6 + B19/7 + B19/8 + B20/2 + B20/3 + B20/4 + B20/5 + B20/6 + B20/7 + B20/8 + B35/2 + B35/3 + B35/4 + B35/5 + B35/6 + B35/7 + B36/2 + B36/3 + B36/4 + B36/5 + B36/6 + B36/7 + B36/8 + B55/2 + B55/3 + B55/4 + B55/5 + B55/6 + B55/7 + B55/8 + B66/2 + B66/3 + B66/4 + B66/5 + B66/6 + B66/7 + B80/2 + B80/3 + B80/4 + B80/5 + B80/6 + B80/7 + B112/2 + B112/3 + B112/4 + B112/5 + B112/6 + B112/7 + B112/8 + B112/9 + B112/10 + B124/2 + B124/3 + B124/4 + B124/5 + B124/6 + B124/7 + B125/2 + B125/3 + B125/4 + B125/5 + B125/6 + B125/7 + B125/8 + B125/9)</p>

**Tabelle 7a:** Analysenparameter / Probenauswahl (in Mischproben enthaltene Einzelproben)

Feststoffanalysen (Boden)	
jeweils Parameterumfang <b>EBV</b> (Matrix: Bodenmaterial)	<p><u>MP Stauraumkanäle</u> (MP Stauraumkanal Nord + MP Stauraumkanal Ost + MP Stauraumkanal Süd)</p> <p><u>MP Lärmschutzwände</u> (MP LSW 1+3+4+5 + MP LSW 2 + MP LSW 6)</p>
Parameterumfang <b>BBodSchV</b> (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2)	<p><u>MP Oberboden (Wald)</u> (B23/1 + B24/1 + B25/1 + B26/1 + B38/1 + B39/1 + B45/1 + B56/1 + B57/1 + B58/1 + B59/1 + B68/1 + B70/1 + B71/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 1</u> (B1/1 + B2/1 + B3/1 + B4/1 + B5/1 + B6/1 + B7/1 + B8/1 + B9/1 + B10/1 + B11/1 + B12/1 + B13/1 + B14/1 + B15/1 + B16/1 + B17/1 + B18/1 + B22/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 2</u> (B19/1 + B20/1 + B21/1 + B34/1 + B35/1 + B36/1 + B53/1 + B54/1 + B55/1 + B66/1 + B78/1 + B79/1 + B99/1 + B112/1 + B113/1 + B122/1)</p> <p><u>MP Mutterboden Versickerungsmulden</u> (B80/1 + B81/1 + B82/1 + B83/1 + B123/1 + B124/1 + B125/1)</p> <p><u>MP Mutterboden Gebäude</u> (B27/1 + B28/1 + B29/1 + B30/1 + B31/1 + B32/1 + B33/1 + B40/1 + B42/1 + B43/1 + B44/1 + B46/1 + B47/1 + B48/1 + B49/1 + B51/1 + B52/1 + B60/1 + B62/1 + B64/1 + B72/1 + B73/1 + B74/1 + B75/1 + B76/1 + B77/1 + B85/1 + B86/1 + B88/1 + B93/1 + B94/1 + B95/1 + B96/1 + B97/1 + B98/1 + B104/1 + B106/1)</p> <p><u>MP Mutterboden 3</u> (B89/1 + B91/1 + B92/1 + B102/1 + B103/1 + B114/1 + B115/1 + B116/1 + B117/1 + B118/1 + B119/1 + B120/1 + B121/1 + B122/1)</p>

**Tabelle 7b:** Analysenparameter / Probenauswahl (in Mischproben enthaltene Einzelproben)

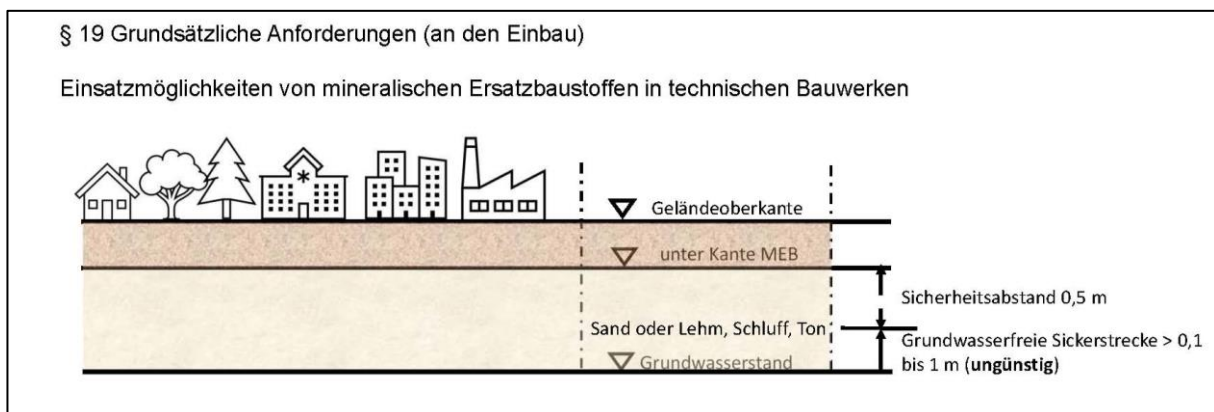
Die chemischen Analysen führte das die notwendigen Zulassungen besitzende Chemielabor HORN & CO. ANALYTICS GMBH, Otto-Hahn-Straße 2 in 57482 Wenden, durch. Sämtliche Labor-Analysenberichte sind als Kopie der Anlage 9.1 (Mutterboden-Mischproben) und der Anlage 9.2 (übrige Feststoff-Mischproben) zu entnehmen.

**Gegebenenfalls vorliegende bodenmechanische Anforderungen sind beim Wiedereinbau gesondert zu beachten.**

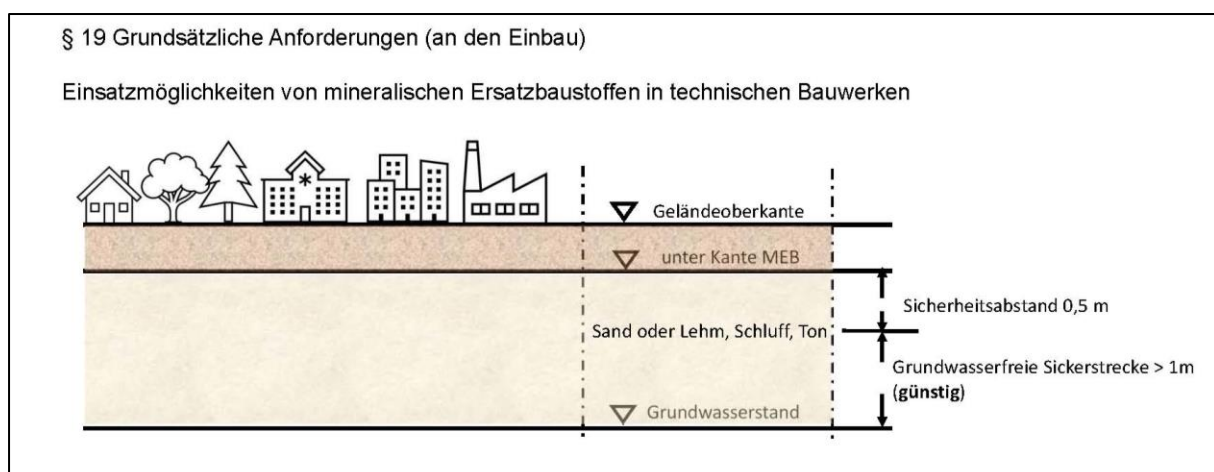
**EBV - HINWEISE ZU DEN EINSATZMÖGLICHKEITEN VON MEBs:** Die Einsatzmöglichkeiten von mineralischen Ersatzbaustoffen (MEBs) in technischen Bauwerken sind der Anlage 2 der Ersatzbaustoffverordnung zu entnehmen. Für Bodenmaterial sind die Tabellen 5 (BM-0\*/BM-F0\*) bis 8 (BM-F3) relevant.

Der Einbau hat oberhalb der in Anlage 2 oder 3 vorgesehenen Grundwasserdeckschicht zu erfolgen. Diese kann natürlich vorliegen oder hergestellt werden. Die Bodenart der Grundwasserdeckschicht muss den Hauptgruppen der Bodenarten Sand, Lehm, Schluff oder Ton entsprechen.

In den Einbautabellen werden die Konfigurationen der Grundwasserdeckschichten unterschieden in „ungünstig“ (s. Abbildung 4) und „günstig - Sand“ bzw. „günstig - Lehm, Schluff, Ton“ (s. Abbildung 5).



**Abbildung 4:** Konfiguration der Grundwasserdeckschichten – **ungünstig**



**Abbildung 5:** Konfiguration der Grundwasserdeckschichten - **günstig**



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

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

Der Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen ist grundsätzlich unzulässig, wenn die „Grundwasserfreie Sickerstrecke“ bzw. die Grundwasserdeckschicht aus Böden mit den Gruppensymbolen GE, GW, GI, GU und GT besteht.

### 3.1 Bewertung der Mischproben gem. Verfüll-Leitfaden

Die Analysenergebnisse können dem Parameterumfang gem. Leitfaden zu den Eckpunkten des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen 'Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen' wie folgt tabellarisch zusammengefasst werden (siehe Tabelle 8).

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung gem. Verfüll-Leitfaden Bayern (Boden)
MP Stauraumkanal Nord	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP Stauraumkanal Ost	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP Stauraumkanal Süd	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP LSW 1+3+4+5	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP LSW 2	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*
MP LSW 6	pH-Wert*	Z0 (Lehm/Schluff) – Standortkategorie A*

**Tabelle 8:** Analysenergebnisse der Mischproben gem. Verfüll-Leitfaden

\* = unter Anwendung der im Leitfaden angegebenen Fußnote

Die Analysen ergaben für alle untersuchten Mischproben jeweils messtechnische Erhöhungen des Eluat-Parameters 'pH-Wert' von jeweils > 9.

Die Fußnote 1 der maßgeblichen Richtlinie führt dazu aus: "Abweichungen von den Bereichen der Zuordnungswerte für den pH-Wert und/oder die Überschreitung der elektrischen Leitfähigkeit im Eluat stellen allein kein Ausschlusskriterium dar, die Ursache ist im Einzelfall zu prüfen und zu dokumentieren."

Die im aufbereiteten Probenmaterial enthaltenen kalkigen Partikel stellen nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE eine geogene und daher natürliche/unbedenkliche Ursache für die schwach alkalischen Befunde dar.

Gemäß o.g. Leitfaden gilt: „Ist bei Trockenverfüllungen eine Zuordnung zu einer der in Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV (Stand 1999) genannten Bodenarten möglich, gelten die entsprechenden Kategorien. Ist eine Zuordnung nicht möglich (z.B. Verfüllung mit Material unterschiedlicher Herkunftsorte) gilt die Kategorie Lehm und Schluff“.

Eine Einstufung des Materials der untersuchten Mischproben in die Verfüll-Leitfaden Bayern-Bodenklasse Lehm/Schluff Z0 bzw. die Standortkategorie A kann daher nach gutachterlicher Meinung zugelassen werden.

### **3.2 Bewertung der Mischproben gem. EBV**

Die Analysenergebnisse können gemäß Ersatzbaustoffverordnung wie folgt tabellarisch zusammengefasst werden (siehe Tabelle 9).

Mischprobe	klassifizierungsrelevante Parameter	Einstufung gem. Ersatzbaustoffverordnung (Matrix Bodenmaterial)
MP Stauraumkanäle	-	BM-0 (Lehm/Schluff)
MP Lärmschutzwände	-	BM-0 (Lehm/Schluff)

**Tabelle 9:** Analysenergebnisse der Mischproben gem. Verfüll-Leitfaden

Für die auf den Parameterumfang für 'Bodenmaterial' untersuchten Mischproben ergibt sich eine Einstufung gemäß BM-0 (Matrix Lehm/Schluff, siehe Tabelle 7b) womit – unter Berücksichtigung entsprechender bodenmechanischer Anforderungen – eine 'uneingeschränkt' breite Palette an möglichen Arten der Wiederverwertung möglich ist.

Das Material der untersuchten Mischproben 'MP Stauraumkanäle' und 'MP Lärmschutzwände' hält darüber hinaus auch die strengeren Materialwerte gem. BM-0 für die Bodenart 'Sand' ein.

Es sei darauf hingewiesen, dass gem. EBV Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- und Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (Stand 2021) erfüllt. Dieser Punkt betrifft das Auf- oder Einbringen von Materialien auf oder in eine durchwurzelbare Bodenschicht.

Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- und Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (Stand 1999). Dieser Punkt betrifft das Auf- oder Einbringen von Materialien unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht.

### 3.3 Bewertung der Oberboden-Mischproben

- Verdachtspunkte: Es wurden an den Ansatzpunkten oberflächennah z.T. anthropogen beeinflusste Böden (umgelagerter/bearbeiteter Ackerboden) angesprochen, jedoch keine 'Auffüllungen' in engeren Sinne. Konkrete Verdachtspunkte aufgrund der Vornutzung liegen nicht vor.

- Beprobungstiefen: Entsprechend der geplanten Nutzung wurden Mischproben einzelner Flächen aus den erbohrten Proben zusammengestellt und analysiert.

Organoleptisch erfolgte eine sorgfältige und fachgerechte Bodenansprache durch einen fachkundigen Geologen mit vergleichbarer Sachkunde eines Sachverständigen nach § 18 BBodSchG. Bei der Bodenansprache konnten keine potentiell auffälligen Bestandteile erkannt werden.

- Bewertung: Die Bewertung erfolgt nach der folgenden Richtlinie/ Verordnung.

- Vorsorgewerte und Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV, Stand 12.07.1999; Anhang 2, Tabellen 1.4, 4.1 und 4.2).

- Zuordnung nach BBodSchG/V

Zur Bewertung der Analyseergebnisse der Mischproben wurden die u.g. BBODSCHG/V-Vorsorgewerte (*hier relevant*: Vorsorgewerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch für die Nutzungsart „Industrie- und Gewerbegrundstücke“) herangezogen.

Folgende der untersuchten und in der BBODSCHV aufgeführten auch projektrelevanten Parameter weisen nachfolgende Prüfwerte auf (Tabellen 10a und 10b):

Parameter / Prüfwerte in (mg/kg)	Analyseergebnisse			Kinderspiel- flächen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke
	MP Oberboden (Wald)	MP Mutter- boden 1	MP Mutter- boden 2		
Benzo(a)pyren (PAK-Anteil)	0,043	<0,01	0,022	2	12
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	40
Cyanide (gesamt)	n.b.	n.b.	n.b.	50	100
Aldrin	n.b.	n.b.	n.b.	2	-
DDT	n.b.	n.b.	n.b.	40	-
Pentachlorphenol	n.b.	n.b.	n.b.	50	250
Hexachlorcyclohexan	n.b.	n.b.	n.b.	5	400
Hexachlorbenzol	n.b.	n.b.	n.b.	4	200
Schwermetalle Arsen	n.b.	n.b.	n.b.	25	140
Blei	12,1	<10	10,3	200	2.000
Cadmium	0,28	0,31	0,29	10	60
Chrom	16,8	21,5	14,4	200	1.000
Nickel	17,8	19,2	12,7	70	900
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	10	80

**Tabelle 10a:** relevante Prüfwerte zur Boden-Beurteilung (BBODSCHV) in mg/kg  
n.b. = nicht bestimmt; grün = Prüfwert eingehalten

Parameter / Prüfwerte in (mg/kg)	Analyseergebnisse			Kinderspiel- flächen	Industrie- und Gewerbe- grundstücke
	MP Mutter- boden VS- Mulden	MP Mutter- boden Gebäude	MP Mutter- boden 3		
Benzo(a)pyren (PAK-Anteil)	0,088	<0,01	<0,01	2	12
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	40
Cyanide (gesamt)	n.b.	n.b.	n.b.	50	100
Aldrin	n.b.	n.b.	n.b.	2	-
DDT	n.b.	n.b.	n.b.	40	-
Pentachlorphenol	n.b.	n.b.	n.b.	50	250
Hexachlorcyclohexan	n.b.	n.b.	n.b.	5	400
Hexachlorbenzol	n.b.	n.b.	n.b.	4	200
Schwermetalle Arsen	n.b.	n.b.	n.b.	25	140
Blei	13,2	12,8	<10	200	2.000
Cadmium	0,30	0,31	0,21	10	60
Chrom	21,5	20,4	17,6	200	1.000
Nickel	18,6	19,1	15,0	70	900
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	10	80

**Tabelle 10b:** relevante Prüfwerte zur Boden-Beurteilung (BBODSCHV) in mg/kg  
n.b. = nicht bestimmt; grün = Prüfwert eingehalten

Parameter [mg/kg]	Analysenergebnisse			Vorsorgewerte <sub>Lehm</sub> (bestehende Bodenschicht)	70%- Vorsorgewerte (neue Bodenschicht)
	MP Oberboden (Wald)	MP Mutter- boden 1	MP Mutter- boden 2		
Cadmium	0,28	0,31	0,29	1,00 mg/kg	0,70 mg/kg
Blei	12,1	<10	10,3	70,00 mg/kg	49,00 mg/kg
Chrom	16,8	21,5	14,4	60,00 mg/kg	42,00 mg/kg
Kupfer	13,7	15,1	12,0	40,00 mg/kg	28,00 mg/kg
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	0,50 mg/kg	0,36 mg/kg
Nickel	17,8	19,2	12,7	50,00 mg/kg	35,00 mg/kg
Zink	43,2	39,4	45,0	150,00 mg/kg	105,00 mg/kg
PCB	<0,01	<0,01	<0,01	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg
Benzo(a)pyren	0,043	<0,01	0,022	0,30 mg/kg	0,30 mg/kg
PAK <sub>16</sub>	<1	<1	<1	3,00 mg/kg	3,00 mg/kg

**Tabelle 11a:** Analysenergebnisse / Vorsorgewerte Metalle + organische Stoffe [mg/kg]  
grün = Prüfwert eingehalten

Parameter [mg/kg]	Analysenergebnisse			Vorsorgewerte <sub>Lehm</sub> (bestehende Bodenschicht)	70%- Vorsorgewerte (neue Bodenschicht)
	MP Mutterboden VS-Mulden	MP Mutterboden Gebäude	MP Mutter- boden 3		
Cadmium	0,30	0,31	0,21	1,00 mg/kg	0,70 mg/kg
Blei	13,2	12,8	<10	70,00 mg/kg	49,00 mg/kg
Chrom	21,5	20,4	17,6	60,00 mg/kg	42,00 mg/kg
Kupfer	16,0	14,7	11,6	40,00 mg/kg	28,00 mg/kg
Quecksilber	<0,1	<0,1	<0,1	0,50 mg/kg	0,36 mg/kg
Nickel	18,6	19,1	15,0	50,00 mg/kg	35,00 mg/kg
Zink	56,6	51,2	37,6	150,00 mg/kg	105,00 mg/kg
PCB	<0,01	<0,01	<0,01	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg
Benzo(a)pyren	0,088	<0,01	<0,01	0,30 mg/kg	0,30 mg/kg
PAK <sub>16</sub>	1,28	<1	<1	3,00 mg/kg	3,00 mg/kg

**Tabelle 11b:** Analysenergebnisse / Vorsorgewerte Metalle + organische Stoffe [mg/kg]  
grün = Prüfwert eingehalten



- Bewertung nach BBodSchV (Stand 1999): Alle untersuchten Oberboden-Mischproben unterschreiten in den gemessenen Konzentrationen die o.g. Parameter der Prüfwerteliste der BBodSchV der relevanten Nutzungsart 'Industrie- und Gewerbegrundstücke' (siehe Tabellen 10a und 10b). Daneben werden auch die Prüfwerte der sensibelsten Nutzungsart 'Kinderspielflächen' durchgängig eingehalten.

**Die o.g. Proben sind unter Berücksichtigung eines nicht vollumfänglichen Analyseumfanges der Prüfwertlisten als unauffällig/unbedenklich einzustufen.**

Wie den Tabellen 11a und 11b darüber hinaus zu entnehmen ist, halten die analysierten Oberbodenmischproben alle Vorsorgewerte für Böden (Bodenmatrix Lehm/Schluff; Vorsorgewerte Metalle und organische Stoffe) der Bundesbodenschutzverordnung sowohl für die Wiederaufbringung auf eine bestehende durchwurzelbare Bodenschicht als auch zur Herstellung einer neuen durchwurzelbaren Bodenschicht ein.

**Aus gutachterlicher Sicht sollte der Mutterboden bevorzugt in g.g. Funktion eingesetzt werden.**

- Bewertung nach BBodSchV (Stand 2021): In der BBodSchV n.F. wurden die Vorsorgewerte für anorganische Stoffe um die Parameter 'Arsen' und 'Thallium' sowie für organische Stoffe um den Parameter PCB-118 ergänzt.

Diese Parameter sind in der aktuell gültigen Fassung der BBodSchV nicht enthalten und wurden folglich nicht mit abgeprüft.

Im Rahmen der hinsichtlich der Probenaufbereitung ähnlichen Mischprobenuntersuchungen nach EBV der 'MP Stauraumkanäle' und der 'MP Lärmschutzwände', konnten für die Parameter 'Arsen', 'Thallium' und 'PCB-118' keine analytischen Messwerterhöhungen festgestellt werden.

Daher wird gutachterlicherseits davon ausgegangen, dass die o.g. untersuchten Oberböden auch die relevanten Vorsorgewerte (100 % und 70 %) der BBodSchV n.F. einhalten.

Die Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Mensch wurden in der BBodSchV n.F. um eine Vielzahl von Parametern ergänzt, die in der aktuell gültigen Fassung der BBodSchV nicht enthalten sind und folglich ebenfalls nicht mit abgeprüft wurden.

In Bezug auf die untersuchten Parameter sind die o.g. Oberbodenproben unter Berücksichtigung des unvollständigen Analyseumfanges der 'neuen' Prüfwertlisten weiterhin als unauffällig/unbedenklich einzustufen.

### 3.4 Anmerkungen zur Behandlung der Aushubmassen

Sicherheitsmassen: Für eine Ausschreibung sind die o. g. Klassifizierungen maßgeblich. Die hier durchgeführten Sondierungen und entnommenen sowie untersuchten Proben stellen punktuelle Untergrundaufschlüsse dar, daher können spätere chemische Analysen (an anderen Untersuchungspunkten) von den o. g. Zuordnungen abweichende Einstufungen ergeben.

In einem LV sollten daher Sicherheitsmassen von ca. 10 % der Gesamtaushubkubatur als Eventualpositionen für höher belastete Aushubböden (Verfüll-Leitfaden >Z0, >BM0; ggf. DK 0/1) vorgesehen werden.

Aktuelle chemische Analysen: Die im Rahmen der Gutachtenerstellung durchgeführten chemischen Untersuchungen liegen zum Zeitpunkt der Bauausführung u. U. länger als ½ Jahr zurück. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i. d. R. als Stichtag für die Beurteilung einer aktuellen Analytik herangezogen. Zur Abfuhr vom Standort vorgesehenes Bodenmaterial ist nach Aushub dann zunächst in Mietenform zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall gänzlich beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor tatsächlichem Maßnahmenstart Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen. Je nach Baustart und Bauausführung bietet es sich dann an, entsprechende Analysen Mantelverordnung (bzw. EBV, novellierter BBodSchV) sowie ggf. gemäß DepV durchführen zu lassen.

Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart aufgezeigt werden.

Darüber hinaus eröffnet die EBV die Möglichkeit, Bodenmaterial ohne Analyse in ein genehmigtes Zwischenlager zu verbringen. Das Material geht dann in den Besitz des Zwischenlagerbetreibers über.

Bei weiterer Betrachtung dieser Möglichkeit sollten jedoch zuvor enge Abstimmungen bezüglich des Vorgehens mit dem Tiefbauer/ Zwischenlagerbetreiber erfolgen.

### 3.5 Anmerkungen zum Rückbau der Kreisstraße

Im Zuge des Neubaus des Paketentrums ist ein Teil der bestehenden Kreisstraße rückzubauen. Hierfür sind die vorhandene Schwarzdecke sowie der ungebundene Ober- und Unterbauten aufzunehmen. Die entsprechenden Untersuchungen der Schwarzdecken erfolgten im Zuge des Berichtes [B1].

#### 3.5.1 Rückbau der Schwarzdecken

Im Zuge der Maßnahme zum Straßenbau wurde die zu lösende Schwarzdecke – auch aus tieferen, überbauten Schichten – auf ihren möglichen PAK-Schadstoffgehalt hin untersucht. Ziel der Untersuchung ist die Ermittlung der Wiedereinbaueignung. Als Bewertungsgrundlagen dienen:

- a) die **LAGA**-Richtlinie (*‘Ländergemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen. Technische Regeln.’*) und
- b) die **RuVA-StB 01**-Richtlinie (*„Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01, Ausgabe 2001)“*), der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen / AG Asphaltstraßen und
- c) das **Merkblatt Nr. 3.4/1** zum Thema *‘Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch’* des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand 01.03.2019).

Laboranalytik: Die chemischen Analysen der Proben führte die HORN & CO. ANALYTICS GMBH (Otto-Hahn-Straße 2, 57482 Wenden) durch, welche die entsprechenden Zulassungen besitzt. Die detaillierten Analysenergebnisse sind dem o.g. Bericht zu entnehmen. Die Untersuchungen sind im Sinne der o.g. Richtlinien als *‘quantitative Analytik’* einzustufen.

Es wurde geprüft, ob die Schwarzdecke als Straßenunterbau bzw. mittels welchem Verwertungsverfahren die Schwarzdecke wiederverwendet werden darf.

Hinzuweisen sei darauf, dass im Falle einer Wiederverwertungs-Eignung das Material selbstverständlich – bei Einhaltung der betreffenden Bedingungen – an anderen Orten eingebaut werden kann.

Probenauswahl: Es wurden u.a. die gewonnenen Schwarzdeckenkerne eingangs und ausgangs der rückzubauenden Straßentrasse untersucht (BS S52, BS S91 und BS S92), um eine flächendeckende Aussage erhalten. Die Kerne waren dabei im Gelände

als ´organoleptisch unauffällig´ angesprochen worden. Als ´gestörte Einzelproben´ wurde das aus den Bohrungen BS S52 und BS S91 entnommene Material offenbar überbauter ´älteren´ Schwarzdecken untersucht. An diesem Material konnten jeweils organoleptische Auffälligkeiten in Form von ´Teergeruch´ festgestellt werden.

Die Laboranalysen durch o.g. qualifiziertes Labor erfolgten auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (= PAK nach EPA) in der Originalsubstanz (Feststoff) sowie auf den Phenolindex im Eluat mittels anerkannter Verfahren.

**Allgemeines Analysen-Fazit:** Innerhalb der hier betrachteten oberflächennahen Schwarzdecken wurden geringe PAK-Konzentrationen bis maximal 1,37 mg/kg ermittelt. Damit liegen grundsätzlich PAK-Konzentrationen vor, die allgemein eine Wiedereinbaueignung anzeigen.

Einzig die Proben ´BS S52/2´ und ´BS S91/3´ der überbauten Schwarzdecken weisen z.T. stark erhöhte PAK-Konzentrationen mit Summen an PAK von teils deutlich mehr als 100 mg/kg auf.

Mit Ausnahme des Materials der Proben ´BS S52/2´ kann das untersuchte Schwarzdeckenmaterial gemäß AVV-Nr. 170302 als ´Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen´ behandelt werden.

Für das Material der Probe ´BS S52/2´ muss die AVV-Nr. 170301\* für ´kohlenteeerhaltige Bitumengemische´ herangezogen werden. Es ist zudem von der Vorlage ´gefährlichen Abfalls´ im Sinne der AVV auszugehen. Beim Ausbau ist daher vorsorglich auf Arbeitsschutzmaßnahmen (siehe z.B. TRGS 551) zu achten.

**RuVA-StB-Fazit:** Die hier untersuchten Schwarzdeckenproben (´Kern S52/1´, ´Kern S91/1´ und ´Kern S92/1´) können als ´Ausbauasphalt´ in die Verwertungsklasse A eingestuft werden. Hier kann eine Wiederverwertung (auch baustellenseits) im Heißmischverfahren oder alternativ im Kaltmischverfahren mit oder ohne Bindemittel erfolgen.

Das Material der Proben ´BS S52/2´, ´Kern S90/1´ und ´BS S91/3´ ist hingegen als ´Ausbaustoff mit teer-/pechtypischen Bestandteilen´ (vorwiegend braunkohlenteertypisch) zu klassifizieren. Sie sind in die RuVA-StB 01-Verwertungsklassen B und C einzuordnen.

Ausbaustoffe gemäß Verwertungsklasse B/C können gemäß RuVA-StB nur im Kaltmischverfahren ohne bzw. mit Bindemittel aufbereitet und ggf. wiederverwendet werden (vorbehaltlich der durchzuführenden Eluierungsprüfung).

Diese Leistungen werden für gewöhnlich von Asphaltmischanlagen erbracht. Im Falle einer Positiveignung kann das Material selbstverständlich vor Ort oder im Rahmen anderer Straßenbaumaßnahmen wieder eingebracht werden.

Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass die ausführende Tiefbaufirma den Zulassungsnachweis für den Transport von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen beizubringen sowie den Nachweis über den Verwertungs-/Entsorgungsweg zu liefern hat.

**Merkblatt Nr. 3.4/1-Fazit:** Die hier relevanten Schwarzdeckenkerne (‘Kern S52/1’, ‘Kern S91/1’ und ‘Kern S92/1’) können ebenfalls als ‘Ausbauasphalt’ eingestuft werden. Da mittels quantitativer Analytik zudem PAK-Konzentrationen von ( $<$ ) $<$  10 mg/kg nachgewiesen werden konnten, ist das Material als ‘Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen’ im Sinne des Merkblattes zu bezeichnen. Die Verwertung von Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen unterliegt in der Regel keinen wasserwirtschaftlichen Einschränkungen und Auflagen. Aus geeignetem Ausbauasphalt sollte deshalb neues Mischgut für eine hochwertige Verwertung im Straßenoberbau hergestellt werden.

Aufgrund der nachgewiesenen PAK-Konzentrationen von  $>$  25 mg/kg ist das Material der Proben ‘Kern S90/1’ und ‘BS S91/3’ als ‘pechhaltiger Straßenaufbruch’ zu klassifizieren.

Beim Material der Probe ‘S52/2’, welches aufgrund der ermittelten PAK-Gesamtkonzentration von  $>$  1.000 mg/kg, in Verbindung mit der Konzentration des PAK-Einzelparameters ‘Benzo[a]pyren’ von  $>$  50 mg/kg, als ‘gefährlicher pechhaltiger Straßenaufbruch’ zu klassifizieren ist, handelt es sich um ‘gefährlichen Abfall’ im Sinne der AVV. Bezüglich Lagerung, Verwertungsverfahren und Einbauweisen sind hier erhöhte Anforderungen zu beachten.

**Nach dem hier relevanten Merkblatt ist der Ausbau pechhaltigen Materials nach Möglichkeit zu vermeiden. Da im Zuge der Maßnahme jedoch ein ‘grundhafter’ Neubau der Trasse bzw. ein entsprechender Rückbau vorzusehen sein wird, ist der Ausbau des pechhaltigen Materials letztlich nicht zu verhindern.**

In diesem Fall ist daher vorzusehen, das pechhaltige Material dauerhaft aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen. Statt einer Verwertung im Straßenbau sollte deshalb künftig die energetische Verwertung oder die thermische Behandlung des Materials als umweltfachlich sinnvollster Entsorgungsweg bevorzugt werden. Weiter ist eine Verwertung oder Beseitigung auf Deponien unter Berücksichtigung der Vorgaben der Deponieverordnung möglich.



Nach Inkrafttreten der Mantelverordnung am 01.08.2023 sind hinsichtlich der Bewertung Anpassungen erforderlich. Das Fazit und die weiteren Empfehlungen berücksichtigen daher nicht mehr die Regelungen der LAGA, da diese zum g.g. Zeitpunkt ersatzlos wegfallen wird. Bestand werden demgegenüber höchstwahrscheinlich die Regelungen des Merkblattes Nr. 3.4/1 und der RuVA-StB haben, weshalb diese in den Vordergrund gerückt werden.

**Fazit/Empfehlungen:** Es sei erneut darauf hingewiesen, dass die nachfolgenden Empfehlungen ausschließlich für das Areal innerhalb des Grundstücks des geplanten Paketzentrums gelten.

**Oberflächliche Schwarzdecken:** Die bei der Ansprache im Gelände festgestellten Unauffälligkeiten der Schwarzdeckenkerne konnten kontrollanalytisch (quantitativ) annähernd vollumfänglich bestätigt werden.

Es wird daher empfohlen die aufzunehmenden oberflächlichen Schwarzdeckenversiegelungen, samt ggf. anhaftender Teile der Schotterung zu ca. 70 - 75 % gemäß einer Einstufung nach RuVA-StB Verwertungsklasse A als 'Ausbauasphalt' bzw. als 'Ausbauasphalt ohne Verunreinigungen' im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 auszuschreiben (AVV-Nr. 170302).

Weitere ca. 10 % der Trasse sollten gemäß einer Einstufung 'gering verunreinigter Ausbauasphalt' im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 ausgeschrieben werden, bzw. nach RuVA-StB als 'Ausbauasphalt' der Verwertungsklasse A (jeweils AVV-Nr. 170302).

Aufgrund der punktuellen Untergrundaufschlüsse sollten auch für die oberflächennahen Schwarzdecken Sicherheiten hinsichtlich höher belasteter Materialien einkalkuliert werden. Eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 15 - 20 %) für eine Entsorgung für Material als 'teerhaltiger Straßenaufbruch' mit einer Einstufung gemäß RuVA-Verwertungsklassen B/C bzw. als 'pechhaltiger Straßenaufbruch mit abgefragt werden.

Des Weiteren wird empfohlen eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 5 %) für teer-/pechhaltigen Straßenaufbruch mit einer Zugehörigkeit nach AVV-Nr. 170301\* ('kohlenteehaltige Bitumengemische'), d.h. als 'gefährlicher Abfall'; inkl. Arbeitsschutzmaßnahmen gem. TRGS 551) einzukalkulieren.



Fortsetzung Fazit/Empfehlungen

**Ältere, überbaute Schwarzdecken:** Auch die bei der Ansprache im Gelände festgestellten organoleptischen Auffälligkeiten der offenbar älteren Schwarzdecken konnten kontrollanalytisch (quantitativ) bestätigt werden. Es muss daher vermutet werden, dass unterhalb der gesamten Alttrasse der Kreisstraße ND18 entsprechend auffälliges Material belassen wurde, welches nunmehr aufgenommen werden muss. Somit wäre die gesamte Trasse der ND18 auf einer Länge von rund 500 m innerhalb des des hier geplanten Paketentrums betroffen.

Es wird daher empfohlen, die hier aufzunehmenden, überbauten Schwarzdecken, samt ggf. anhaftender Teile einer Alt-Schotterung zu ca. 50 % gemäß einer Einstufung nach RuVA-StB Verwertungsklasse B/C als ´teerhaltiger Straßenaufbruch´ bzw. als ´pechhaltiger Straßenaufbruch´ im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 auszuschreiben (AVV-Nr. 170302).

Des Weiteren wird empfohlen die übrigen ca. 50 % als teer-/pechhaltigen Straßenaufbruch mit einer Zugehörigkeit nach AVV-Nr. 170301\* (´kohlenteehaltige Bitumengemische´), bzw. als ´gefährlichen pechhaltigen Straßenaufbruch´ im Sinne des Merkblattes Nr. 3.4/1 (d.h. als ´gefährlichen Abfall´ inkl. Arbeitsschutzmaßnahmen gem. TRGS 551) einzukalkulieren.

### 3.5.2 Rückbau ungebundener Schichten

Die Untersuchungen der ungebundenen Schichten umfassen die beidseits der Trasse vorhandenen Bankettstreifen und die erfassten Unterbauten. Die entsprechenden Untersuchungen der Bankett-Mischproben erfolgten im Zuge des Berichtes [B1]. Die entsprechenden Untersuchungen der Unterbauten erfolgen im vorliegenden Bericht.

Die Bewertung der hier relevanten Bankett-Mischproben C, D, I und J erfolgte gemäß der ´Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut´ des ´Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Abteilung Straßenbau´ (Ausgabe 2010) und hinsichtlich einer Wiedereinbaubeurteilung/-zulässigkeit zusätzlich nach der Deponieverordnung DepV (´Verordnung über Deponien und Langzeitlager´, Stand: 27.05.2009, letzte Änderung: 30.06.2020).

In Form der Mischprobe 'MP Bankette Ost' erfolgte zudem eine Untersuchung der darin zu großen Teilen enthaltenen o.g. Bankett-Mischproben gemäß der *Mantelverordnung* – 'Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung', darin Artikel 1: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV; kurz EBV; Stand: 11.06.2021) und Artikel 2: *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung* (BBodSchV; Stand 16.07.2021).

Gemäß einer Einstufung nach der '*Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut*' ergeben sich heterogene Einstufungen von Z1.1 (Standortkategorie B) bis >Z2 (Standortkategorie >C2 überschritten). Eine örtliche klare bzw. vorhersagbare Verteilung des entsprechend einzustufenden Materials ist auf Grundlage der Analysenergebnisse nicht möglich. Da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens keine Kenntnisse über eine mögliche Anwendung der 'Länderöffnungsklausel' in Bezug auf die '*Richtlinie zum Umgang mit Bankettschälgut*' vorliegen, können hierzu zum aktuellen Kenntnisstand keine weiteren Angaben gemacht werden.

**Bei einer potenziellen Entsorgung liegt weitgehend eine Einstufung nach DK 1 vor, sodass empfohlen wird, 100 % der hier anfallenden Bankette gemäß einer Einstufung nach DK 1 auszuschreiben.**

**Die Einstufung der entsprechenden Mischproben nach Ersatzbaustoffverordnung (Matrix Bodenmaterial) ergibt die überwiegende Einstufung gemäß BM-0 (Lehm/Schluff), wobei ebenfalls lokal ungünstigere Einstufungen (> BM-0) zu erwarten sind.**

**Bei einer – ohnehin zu bevorzugenden – Verwertung wird empfohlen, ca. 80 % der hier anfallenden Aushubmassen gemäß einer Einstufung nach BM-0 (Lehm/Schluff) auszuschreiben.**

**Des Weiteren wird empfohlen eine geringe Sicherheitsmasse (ca. 20 %) mit einer Zugehörigkeit nach (>)>BM-0 (BM-0\*, BM-F1, BM-F2, BM-F3, >BM-F3) einzukalkulieren.**

## 4. Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

### 4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden insgesamt 30 Korngrößenanalysen mit den im Gründungs-/Lastabtragsbereich anstehenden Auffüllungen bzw. geogenen/gewachsenen Böden durchgeführt. In den Anlagen 3.1 bis 3.5 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in den Tabellen 12a und 12b aufgeführt. Das Körnungsband zur Verwendung innerhalb der Homogenbereiche (zzgl. Stein-/Blockanteil) ergibt sich in der Zusammenschau der Kurven in Anlage 3.6.

Da verfahrensbedingt eine direkte Beprobung und Untersuchung des Stein- oder Blockkornanteils nicht möglich ist, werden für die Festlegung der Homogenbereiche entsprechende Anteile abgeschätzt.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d <sub>10</sub> /d <sub>20</sub> (mm)	k <sub>r</sub> -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
B2/11 (U)	7,90-8,70	<b>9,3</b>	<b>77,3</b>	7,8	5,6	0,0042	~1,2x10 <sup>-8</sup>	12,36 %
B 6/4 (S)	2,40-3,40	16,5		<b>83,5</b>	-	<0,063	<1,0x10 <sup>-5</sup>	21,76 %
B9/2 (U)	0,30-1,20	<b>30,5</b>	<b>61,1</b>	8,2	0,2	<0,002	<6,0x10 <sup>-9</sup>	26,78 %
B14/3 (U)	1,10-2,25	<b>31,3</b>	<b>54,1</b>	13,2	1,4	<0,002	<6,0x10 <sup>-9</sup>	26,10 %
B19/2 (U)	0,60-1,35	<b>12,0</b>	<b>54,2</b>	33,3	0,5	0,0069	~3,4x10 <sup>-8</sup>	23,70 %
B22/12 (S)	9,25-10,00	22,5		<b>76,6</b>	0,9	<0,063	<1,0x10 <sup>-5</sup>	20,91 %
B25/4 (U)	2,25-3,20	<b>13,0</b>	<b>59,0</b>	28,0	-	0,0050	~1,8x10 <sup>-8</sup>	31,01 %
B26/10 (U)	7,30-8,00	<b>19,7</b>	<b>78,1</b>	2,2	-	0,0020	~2,3x10 <sup>-9</sup>	21,19 %
B32/8 (G)	5,50-6,50	4,7		<b>27,0</b>	<b>68,3</b>	0,1935	~3,4x10 <sup>-4</sup>	6,71 %
B38/2 (U)	0,30-0,90	<b>15,9</b>	<b>70,9</b>	13,2	-	0,0031	~6,1x10 <sup>-9</sup>	24,10 %
B44/3 (G)	1,00-2,00	4,1		<b>22,7</b>	<b>73,2</b>	0,2445	~5,4x10 <sup>-4</sup>	2,93 %
B47/7 (G)	4,50-5,50	4,6		<b>23,6</b>	<b>71,8</b>	0,2190	~2,9x10 <sup>-4</sup>	6,34 %
B49/8 (G)	6,50-7,25	3,0		<b>16,1</b>	<b>80,9</b>	0,2568	~5,9x10 <sup>-4</sup>	3,36 %

**Tabelle 12a:** Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: G = Fluviatilkies; S = Fluviatilsand; U = Fluviatilschluff; **fett** = prägend

\* k<sub>r</sub>-Wertbestimmung: bei bindigen Böden nach MALLETT / PACQUANT bzw. bei nicht bindigen Böden nach BEYER

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

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d <sub>10</sub> /d <sub>20</sub> (mm)	k <sub>r</sub> -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
B55/4 (S)	1,20-2,00	21,8		<b>52,1</b>	<b>26,1</b>	<0,063	<1,0x10 <sup>-5</sup>	11,10 %
B60/4 (G)	2,00-2,70	6,9		<b>26,1</b>	<b>67,0</b>	0,1484	~1,8x10 <sup>-4</sup>	5,28 %
B70/6 (G)	3,70-4,80	5,1		<b>35,4</b>	<b>59,5</b>	0,1521	~1,9x10 <sup>-4</sup>	6,02 %
B72/8 (G)	6,00-7,00	6,0		<b>30,8</b>	<b>63,2</b>	0,1571	~2,0x10 <sup>-4</sup>	5,33 %
B77/7 (G)	4,10-5,00	4,9		<b>38,2</b>	<b>56,9</b>	0,1643	~2,4x10 <sup>-4</sup>	8,04 %
B80/3 (G)	1,30-2,20	3,2		<b>30,3</b>	<b>66,5</b>	0,2503	~6,9x10 <sup>-4</sup>	3,92 %
B81/3 (G)	0,50-1,10	4,7		<b>26,2</b>	<b>69,1</b>	0,2393	~5,2x10 <sup>-4</sup>	2,64 %
B83/2 (U)	0,40-1,50	<b>24,8</b>	<b>54,5</b>	19,7	1,0	<0,002	<6,0x10 <sup>-9</sup>	22,66 %
B85/6 (G)	3,00-4,00	16,7		<b>24,5</b>	<b>58,8</b>	<0,063	<1,0x10 <sup>-5</sup>	5,62 %
B89/3 (U)	1,35-2,00	4,0	20,3	<b>29,2</b>	<b>46,5</b>	0,0425	~2,5x10 <sup>-6</sup>	9,05 %
B93/13 (S)	8,35-9,40	5,6	20,6	<b>73,7</b>	<b>0,1</b>	0,0341	~1,5x10 <sup>-6</sup>	21,10 %
B102/4 (G)	1,60-2,70	7,4		<b>30,9</b>	<b>61,7</b>	0,1108	~9,8x10 <sup>-5</sup>	4,58 %
B106/4 (G)	0,70-1,60	5,3		<b>27,2</b>	<b>67,5</b>	0,0159	~4,0x10 <sup>-4</sup>	3,34 %
B116/6 (G)	3,40-4,30	5,5		<b>29,3</b>	<b>65,2</b>	0,2778	~2,0x10 <sup>-4</sup>	5,45 %
B119/9 (G)	5,40-6,40	5,7		<b>19,9</b>	<b>74,4</b>	0,0034	~2,4x10 <sup>-4</sup>	5,77 %
B124/3 (G)	0,58-1,50	3,6		<b>22,1</b>	<b>74,3</b>	0,1109	~8,3x10 <sup>-4</sup>	2,42 %
B125/9 (G)	7,00-8,00	6,2		<b>28,4</b>	<b>65,4</b>	0,0173	~1,3x10 <sup>-4</sup>	7,21 %

**Tabelle 12b:** Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

Genese: G = Fluviatilkies; S = Fluviatilsand; U = Fluviatilschluff; **fett** = prägend

\* k<sub>r</sub>-Wertbestimmung: bei bindigen Böden nach MALLET / PACQUANT bzw. bei nicht bindigen Böden nach BEYER

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

*Hinweis:* Der Stein-Anteil (Ø ≥ 63 mm) kann wegen des maximalen Bohr-Ø (≤ 60 mm) in der Korngrößenanalyse nicht berücksichtigt werden; 'In-situ' existiert jedoch vermutlich ein relevanter bis deutlicher Stein-/Blockanteil vor allem im Fluviatilkies, welcher in der Korngrößenanalyse nicht berücksichtigt werden kann.

- Bodenansprache (DIN 4022) und Bodengruppe (DIN 18 196):

B2/11:	Schluff, schw. tonig, schw. sandig, schw. kiesig	(DIN 18 196: UL/TL)
B6/4:	Sand, bindig	(DIN 18 196: SU*/ST)
B9/2:	Schluff, stark tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
B14/3:	Schluff, stark tonig, sandig	(DIN 18 196: TM/TA)
B19/2:	Schluff, stark sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
B22/12:	Sand, bindig	(DIN 18 196: SU*)
B25/4:	Schluff, sandig, schwach tonig	(DIN 18 196: UL/TL)
B26/10:	Schluff, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
B32/8:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GU)
B38/2:	Schluff, tonig, schwach sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
B44/3:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW)
B47/7:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GU)
B49/8:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW)
B55/4:	Sand, kiesig, bindig	(DIN 18 196: SU*)
B60/4:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B70/6:	Kies, stark sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B72/8:	Kies, stark sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B77/7:	Kies, stark sandig	(DIN 18 196: GW/GU)
B80/3:	Kies, stark sandig	(DIN 18 196: GW)
B81/3:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GU)
B83/2:	Schluff, tonig, sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
B85/6:	Kies, sandig, bindig	(DIN 18 196: GU*)
B89/3:	Kies, sandig, schluffig	(DIN 18 196: GU*)
B93/13:	Sand, schluffig, schwach tonig	(DIN 18 196: SU*/ST)
B102/4:	Kies, stark sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B106/4:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B116/6:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B119/9:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)
B124/3:	Kies, sandig	(DIN 18 196: GW)
B125/9:	Kies, sandig, schwach bindig	(DIN 18 196: GU)

Nach den Ergebnissen der Korngrößenanalysen können die einzelnen Bodeneinheiten wie folgt zusammenfassend beschrieben werden.

Fluviatilschluffe: Die geogenen Schluffen zeigen eine verhältnismäßig große Bandbreite der Zusammensetzung auf. Nachgewiesen wurden hier schwach bis stark sandige, schwach bis stark tonige Schluffe. Die bodenmechanischen Eigenschaften werden insbesondere vom schwankenden Tonanteil beeinflusst, der größenordnungsmäßig zwischen  $< 5 \%$  bis  $> 30 \%$  ermittelt wurde. Nennenswerte Kiesanteile konnten nicht ermittelt werden.

Fluviatilsande: Die fluviatilen Sande führen stets moderate bis teils deutliche bindige Anteile, welche die bodenmechanischen Eigenschaften in teils erheblichem Maße beeinflussen. Die Fluviatilsande sind stark frost- und witterungsempfindlich. Die Durchlässigkeit wird durch die bindigen Anteile entsprechend negativ beeinflusst.

Fluviatilkiese: Die untersuchten geogenen Kiese sind verhältnismäßig gleichartig zusammengesetzt und können als nicht bis schwach bindige, sandige bis stark sandige Kiese beschrieben werden. Die bindigen Nebengemengteile beeinflussen die Fluviatilkiese nur in geringem Umfang.

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1; Anlage 4.1-4.2): Der untersuchte Boden weist in klarer Abhängigkeit von der Tiefenlage unterschiedliche Grade der Durchfeuchtung auf. Bis zu einem Niveau oberhalb von +373 m NHN wurde mehrheitlich eine geringe/normale Durchfeuchtung ermittelt, die jeweils unterhalb einer materialspezifischen Wassersättigung liegt.

Unterhalb eines Niveaus von etwa +373 m NHN wurden in den Böden zumeist deutlich erhöhte Wassergehalte festgestellt. Die hohe Durchfeuchtung bis hin zur Wassersättigung wird hier jeweils auf eine Grundwasserbeeinflussung zurückgeführt.

- Ungleichförmigkeit: Die bindigen und/oder deutlich verlehnten Böden dürfen keinesfalls direkt nachverdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstören würde. Vorgenannte Aussage betrifft damit in erster Linie die untersuchten Fluviatilschluffe.

Erhöhte bindige Anteile wurden jedoch auch innerhalb der Fluviatilsande nachgewiesen, weshalb direkte Nachverdichtungen hier ebenfalls unterlassen werden sollten.

Die fluviatilen Kiese führen geringe bindige Anteile und hohe Ungleichförmigkeitszahlen von  $U > 20$ , jedoch allenfalls moderat hohe Krümmungszahlen und können diesbezüglich als 'weitgestuft' bis 'intermittierend' eingestuft werden. Hinsichtlich einer Nachverdichtungseignung fällt dies jedoch nicht negativ auf. Aushubbedingte Auflockerungen lassen sich so mit geringem Aufwand beseitigen.



- Durchlässigkeit (DIN 18 130): Die theoretische Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes (Durchlässigkeitskoeffizienten) nach BEYER ergibt für die untersuchten Kiese weitestgehend Durchlässigkeiten in der Größenordnung von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s (DIN 18 130: ~ 'stark durchlässig').

Die untersuchten Fluviatilkiese führen damit keinerlei Staunässepotenzial und lassen im Gegenzug eine deutliche Versickerungsleistung erwarten ('Leiter'/'Nichtstauer'). Lediglich innerhalb der tiefer gelegenen Fluviatilkiese der Probe B85/6 sind aufgrund höherer bindiger Anteile geringer theoretische Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von  $k_f \sim 10^{-6}$  m/s (DIN 18 130: ~ 'durchlässig') zu erwarten.

Die verlehmtten Sande führen theoretische Durchlässigkeiten in der Größenordnung von  $k_f \sim 10^{-6}$  m/s und sind damit vermutlich noch als 'durchlässig' im Sinne der DIN 18 130 zu klassifizieren.

Demgegenüber ist für die Fluviatilschluffe nach MALLET/PACQUANT überwiegend von der Vorlage von Durchlässigkeitsbeiwerten in der Größenordnung von  $k_f \sim 10^{-8}$  m/s bis  $k_f \sim 10^{-9}$  m/s (DIN 18 130: 'gering durchlässig' bis 'sehr gering durchlässig') auszugehen.

Diese Böden besitzen ein häufig deutlich ausgeprägtes Staunässepotenzial und zeigen z.T. eine erhebliche aufstauende Wirkung für anfallende Oberflächenwässer an ('Stauer'/'Nichtleiter').

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Fluviatilkiese sollten aufgrund der bindigen Anteile in Verbindung mit den hohen Ungleichförmigkeitszahlen in die Frostempfindlichkeitsklassen F 1 bis F 2 eingestuft werden ('nicht frostempfindlich' bis 'gering bis mittel frostempfindlich')

Die übrigen untersuchten Geogenböden müssen aufgrund der erhöhten bzw. prägenden bindigen Anteile in die Klasse F 3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft werden.

- Glühverlustbestimmungen (DIN 18 128): Innerhalb der oberflächennah anstehenden fluvial abgelagerten Böden (Kies/Schluffe, siehe Tabellen 2a – 2r) wurde im Gelände teilweise eine gewisse Organikführung erkannt. An den daraus gewonnenen Proben wurden daher ergänzende Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 13 zu entnehmen.

Die vorhandenen (Füll-)Oberböden sind als Schutzgut ohnehin vollständig aus dem Baufeld zu entfernen bzw. in nutzbarem Zustand zu erhalten (siehe DIN 18 320 und BauGB §202) und wurden daher nicht weiter untersucht.

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

Probe	Einheit	Entnahmetiefe	Organik (%)	DIN 1054	DIN EN ISO 14688-2
B2/11	Fluviatilschluff	7,90-8,70 m	4,55	siehe nachfolgende textliche Erläuterungen	
B6/4	Fluviatilsand	2,40-3,40 m	3,21		
B9/2	Fluviatilschluff	0,30-1,20 m	9,23		
B19/2	Fluviatilschluff	0,60-1,35 m	6,11		
B93/13	Fluviatilsand	8,35-9,40 m	2,97		
B38/2	Fluviatilschluff	0,30-0,90 m	11,81	organischer Boden	mittel organisch
B44/3	Fluviatilkies	1,00-2,00 m	1,45	nicht organischer Boden	nicht organisch
B85/6	Fluviatilkies	3,00-4,00 m	1,29		

**Tabelle 13:** Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

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

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

Das Ergebnis der Untersuchungen (Glühverlust als Mittelwert von drei Versuchen; Anlage 5.1) belegt innerhalb der oberflächennah angetroffenen sandig-lehmigen Fluvialablagerungen scheinbar durchgehend erhöhte Organikgehalte ( $V_{gl} \sim 3,0 - 9,2 \%$ ).

Da bereits im Gelände ein hoher Gehalt an Kalkstein-Kieskorn bzw. Kalkgehalt der Sande und Schluffe festgestellt wurde, was über feldmäßige Schnelltests (starke Aufbrausen beim HCl-Versuch) bestätigt wurde, war davon auszugehen, dass eine gewisse Reaktion auf den Glühverlust-Versuch (Versuchstemperatur 550°C) erfolgen würde.

Auf Grundlage von Erfahrungswerten von vergleichbaren Standorten ist festzustellen, dass typischerweise bis ca. 400°C keine nennenswerten Kohlenstoffkonzentrationen erfasst werden, was klar auf das Fehlen 'echter' organischer Substanzen zurückgeführt werden kann.

Erst bei Temperaturen  $> 500^{\circ}\text{C}$  erfolgt ein plötzlicher Kohlenstoffanstieg, der auf den Zusammenbruch der Karbonatstrukturen und den entsprechenden Austritt von Kohlendioxid zurückzuführen ist.

**Die scheinbar erhöhten Organikgehalte innerhalb der Kiese, Sande und Schluffe sind daher auf einen versuchsspezifischen Carbonatverlust ( $\text{CO}_2$  gast bei Erhitzen aus) und nicht auf relevante organische Anteile im engeren Sinne zurückzuführen.**

Lediglich der untersuchte Schluff der Probe 38/2 führt einen tatsächlich deutlich erhöhten Organikgehalt von  $V_{\text{gl}} = 11,81\%$ . Dieser organische Boden besitzt keine unmittelbare Gründungs- bzw. Lastabtragseignung. Nach dem ohnehin Abzug durchzuführenden Abzug der Oberböden sind solche organischen Böden durch entsprechende Abnahmen zu identifizieren. Unter Berücksichtigung der örtlich auszuführenden Maßnahmen muss dann über eine ggf. vollständige Entfernung entschieden werden.

Hochorganische Böden konnten im Zuge der aktuellen bodenmechanischen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Das Vorkommen auch solcher Böden kann aufgrund örtlicher Erfahrungen jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden (siehe z.B. BS 30 in [V2]). Die vollständige und tiefreichende Entfernung (hoch-) organischer Böden wird in der Maßnahme als bautechnisch nicht umsetzbar angesehen.

**Es werden daher technische Sicherungsmaßnahmen (Einbau von bewehrenden Geogittern) für die Errichtung von Teilen der geplanten, intensiv zu nutzenden Stell- und Bewegungsflächen empfohlen (siehe Kapitel 5.8).**

- Fließ-/Ausrollgrenzen (DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen wurde ergänzend an den Proben B9/2, B14/3, B25/4, B38/2, B83/2 und B89/3 vorgenommen (siehe Tabelle 14 und Anlagen 6.1 - 6.6).

Probe	Fließgrenze WL	Ausrollgrenze WP	Plastizitätszahl Ip	Wassergehalt w	Konsistenzzahl Ic
B9/2	58,5 %	29,5 %	29,0 %	26,8 %	1,09
B14/3	51,3 %	27,1 %	24,2 %	26,1 %	1,04
B25/4	33,8 %	22,0 %	11,8 %	31,0 %	0,23
B38/2	48,5 %	28,3 %	20,2 %	24,1 %	1,21
B83/2	44,1 %	20,4 %	23,7 %	22,7 %	0,90
B89/3	21,6 %	15,0 %	6,6 %	9,1 %	1,90

**Tabelle 14:** Ergebnisse der Zustandsgrenzenbestimmung

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegen die untersuchte Bodenproben in Abhängigkeit vom Tonanteil häufig im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichnete Bodengruppen 'mittel plastische Tone' (TM) bis 'ausgeprägt plastische Tone' (TA). Die Probe B38/2 liegt dabei im Übergang zur Bodengruppe 'organogene Schluffe' (UO).

Demgegenüber liegen Böden mit geringen Tonanteilen (Probe B25/4) bzw. solche, die als 'verlehnte Kiese' (Probe B89/3) anzusprechen sind, im Bereich der Bodengruppen 'Sand-Ton-Gemische' (ST), 'leicht plastische Tone' (TL) und dem sogenannten 'Zwischenbereich'.

Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich für die Proben in Abhängigkeit vom Tonanteil ein sehr unterschiedlich breiter Bildsamkeitsbereich, sodass die Böden in höchst unterschiedlichem Maße auf Wassergehaltsänderungen reagieren (= geringe bis stark ausgeprägte Nässeempfindlichkeit).

Im *ungestörten* Zustand liegen die Böden zumeist in steifer bis halbfester Konsistenz vor. Lokal konnte eine sehr geringe Konsistenzzahl von < 0,25 (breiig) nachgewiesen werden (Probe B25/4), die auf die örtlich starke Durchfeuchtung zurückgeführt wird.

**Es sei an dieser Stelle klar darauf hingewiesen, dass die Konsistenz eine veränderliche Größe darstellt.**

Bei Wegnahme der Überlagerungsspannung und/oder Vorlage ungünstiger Witterungsverhältnisse ist eine Konsistenzabnahme bis hin zum weich-breiiigen Zustand möglich.

Bodenmechanisches Fazit: Die untergrundprägende Einheit (Terrassenkies) stellt sich weitgehend als gering bindiger, (stark) sandiger Kies dar. Die Kiese liegen ab etwa 2 m u.GOK weitgehend wassergesättigt-nass vor. Das untersuchte, nicht bis mittel frostempfindliche Kiesmaterial weist allgemein mittelhohe bis hohe Durchlässigkeiten auf. Es handelt sich hierbei um einen Baugrund mittlerer bis hoher Güte.

Die Fluviatilschluffe sowie die stark untergeordnet angetroffenen Fluviatilsande werden bodenmechanisch hingegen von bindigen Bestandteilen geprägt oder zumindest deutlich beeinflusst. Diese Böden sind als vermutlich noch durchlässig bis (sehr) gering durchlässig und in jedem Fall als sehr frostempfindlich einzustufen.

Im ungestörten Zustand konnten labortechnisch mehrheitlich steife bis halbfeste Konsistenzen ermittelt werden. Lokal können deutliche Aufweichungen vorliegen. Die stark unterschiedlich ausgeprägte Witterungsempfindlichkeit verbleibt jedoch als bautechnisch kritischer Faktor. In Abhängigkeit der bauseits tatsächlich vorliegenden Konsistenzen handelt es sich um einen Boden geringer bis mittlerer Güte.

Lokal wurden organische Böden nachgewiesen die durch bautechnische Sicherungsmaßnahmen berücksichtigt werden sollten.

## 4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPH)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094 sowie EN ISO 22476-2 und wurden ausschließlich mit der sog. Schweren Rammsonde (DPH = 'Dynamic Probing Heavy'; 15 cm<sup>2</sup> Spitzenquerschnitt) durchgeführt.

Die Ram sondierungen erfolgten jeweils nahe der jeweiligen Bohrungen (z.B. BS B1 / DPH 1). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe  $n_{10}$  gegen Tiefe. Die Ramm diagramme der DPH sind in den Anlagen 2.1 bis 2.13 grafisch dargestellt und den jeweiligen Ramm kernsondierungen gegenübergestellt.

Ausgewertet werden nur die Bereiche unterhalb ohnehin abzuschiebender (aufgefüllter) Oberböden oder örtlicher Versiegelungen.

In der folgenden Tabelle 15 erfolgt eine orientierende Gegenüberstellung der DPH-Schlagzahlen und der zugehörigen Lagerungsdichten / Konsistenzen der Kies/Sande und Lehme.

<b>DPH-Schlagzahlen <math>n_{10}</math> (nichtbindige Böden)</b>	<b><math>\leq</math> ca. 4</b>	<b>ca. 4 - 13</b>	<b><math>\geq</math> ca. 13</b>
zugehörige Lagerungsdichte	$\pm$ locker	$\pm$ mitteldicht	$\pm$ dicht

<b>DPH-Schlagzahlen <math>n_{10}</math> (bindige Böden)</b>	<b>ca. 0 - 2</b>	<b>ca. 2 - 5</b>	<b>ca. 5 - 9</b>	<b>ca. 9 - 17</b>
zugehörige Konsistenz	$\pm$ breiig	$\pm$ weich	$\pm$ steif	$\pm$ halbfest

**Tabelle 15:** Gegenüberstellung DPH-Schlagzahlen bindige – nicht bindige Böden

Die weitere Beurteilung erfolgt getrennt nach 'Teilgewerken' und unter Berücksichtigung erfahrungsgemäß anzunehmender bauteilspezifischer Gründungsanforderungen.



**Lärmschutzwände LSW 1 bis LSW 5 (B1 – B3, B38, B39, B56 – B59, B68, B70, B84, B89, B91) Rückmeldung Statik Verfahrensbeschreibung Pfähle**

⇒ Füllschluffe und oberflächennahe Fluviatilschluffe (örtlich bis ca. 5 m u.GOK): Die Füllschluffe und die teilweise recht mächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH_{n_{10}} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen, z.T. auch weich-breiiigen Konsistenzen der bindigen Böden.  
**Bautechnische Beurteilung: nicht gründungsg geeignet**

⇒ Fluviatilkies: Die im mittleren bis tieferen Profil stets angetroffenen Kiese zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf ( $DPH_{n_{10}} \geq 5$ ; z.T. auch  $n_{10} > 20 - 40$ ). Lokal können geringmächtige Auflockerungszonen vorliegen. Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. In einzelnen Profilabschnitten können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.  
**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Innerhalb der ausschließlich im nordwestlichsten Teil des Untersuchungsgebietes und unterhalb von ca. 7 m u.GOK angetroffenen Fluviatilschluffe wurden mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf ( $DPH_{n_{10}} \geq 8$ ; z.T. auch  $n_{10} > 20 - 100$ ) erreicht, was mindestens halbfesten Konsistenzen entspricht. Bedingt durch den erheblichen Überlagerungsdruck werden die Konsistenzen als 'echt' interpretiert.  
**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

**Lärmschutzwand LSW 6 (B19, B20, B35, B36, B55, B66, B80, B112, B113, B123, B124, B125)**

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe (örtlich bis ca. 5 m u.GOK): Die Füllschluffe und die teilweise recht mächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH_{n_{10}} \leq 4$ , meist 1. Dies entspricht in erster Linie weichen bis weich-breiiigen Konsistenzen der bindigen Böden.  
**Bautechnische Beurteilung: nicht gründungsg geeignet**

⇒ Fluviatilkies: Die weitgehend untergrundprägenden, teilweise ab UK Oberboden anstehenden Kiese zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe

Schlagzahlen auf ( $DPH_{n_{10}} \geq 5$ ; z.T. deutlich höher). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 1,5 und 3 m u.GOK. Lokal können mächtigere Auflockerungszonen vorliegen (z.B. Umfeld B35). Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. In einzelnen Profilabschnitten können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

### **Bauteil Kläranlage (B25, B26)**

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe (bis ca. 5 m u.GOK = ca. +370 m NHN): Die hier recht mächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH_{n_{10}} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen bis weich-breiiigen Konsistenzen der bindigen Böden.

**Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet**

⇒ Fluviatilkies (ab ca. 5 m u.GOK): Die im die erst tieferen Profil angetroffenen Kiese zeigen vor allem mittelhohe Schlagzahlen im Niveau von  $DPH_{n_{10}} \sim 5 - 12$ . Lokal können geringmächtige Auflockerungszonen vorliegen. Die fluviatilen Kiese liegen damit in mitteldichter, bauteilbezogen ausreichender Lagerung vor.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Innerhalb der ausschließlich in der Bohrung B26 angetroffenen Fluviatilschluffe wurden mittelhohe Schlagzahlen ( $DPH_{n_{10}} \geq 10$ ) erreicht, was halbfesten Konsistenzen entspricht. Bedingt durch den Überlagerungsdruck werden die Konsistenzen als 'echt' interpretiert.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

### **Parkhaus und Übergabestation (B57, B58, B68, B70, B84, B89, B114)**

⇒ Füllschluffe und oberflächennahe Fluviatilschluffe (örtlich bis ca. 1,5 m u.GOK): Die Füllschluffe und die Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH_{n_{10}} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen, z.T. auch weich-breiiigen Konsistenzen der bindigen Böden.

**Bautechnische Beurteilung: nicht gründungsg geeignet**

- ⇒ Fluviatilkies: Die weitgehend untergrundprägenden, teilweise ab UK Oberboden anstehenden Kiese zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf (DPH  $n_{10} \geq 5$ ; z.T. deutlich höher). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 3 m u.GOK. Nennenswerte Auflockerungszonen liegen nicht vor. Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. Auch oberflächennah können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.  
**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

### **Sprinklertanks und Zentrale (B102, B103)**

- ⇒ Fluviatilkies: Die hier untergrundprägenden und jeweils ab UK Oberboden anstehenden Kiese zeigen mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf (DPH  $n_{10} \geq 5$ ; z.T. deutlich höher). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 2 m u.GOK. Nennenswerte Auflockerungszonen liegen nicht vor. Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. Vor allem oberflächennah können dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.  
**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

### **PZ-Hauptgebäude einschließlich Verwaltung (B28 – B34, B40, B42, B43, B44, B47, B48, B49, B51, B52, B53, B60, B72 – B78, B86, B88, B93 – B99, B104, B106)**

- ⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe (bis ca. 1,0 / 1,8 m u.GOK): Die hier vergleichsweise geringmächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von DPH  $n_{10} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen bis weich-breiigen Konsistenzen der bindigen Böden.  
**Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet**

- ⇒ Fluviatilkies und Fluviatilsand: Die im oberflächennahen bis mittleren stets angetroffenen, untergrundprägenden Kiese und untergeordnet auftretenden Sande zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf (DPH  $n_{10} \geq 5$ ; z.T. auch  $n_{10} > 20 - 40$ ). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 2 m u.GOK. Lokal können mächtigere Auflockerungszonen vorliegen (z.B. Umfeld B42).

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit weitestgehend in zumindest mitteldichter Lagerung vor. In oberflächennahen Profilabschnitten können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Innerhalb der ausschließlich in den nördlicheren Aufschlüssen in nennenswerter Mächtigkeit angetroffenen Fluviatilschluffe wurden stets mindestens mittelhohe Schlagzahlen ( $DPH n_{10} \geq 10$ ) erreicht, was halbfesten Konsistenzen entspricht. Bedingt durch den Überlagerungsdruck werden die Konsistenzen als 'echt' interpretiert.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

#### **Nördliche Stell- und Bewegungsflächen / 500er-Seite (ca. B1 – B21, B28 – B35)**

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe (z.T. bis ca. 5 m u.GOK): Die Füllschluffe und die teilweise recht mächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH n_{10} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen, z.T. auch weich-breiigen Konsistenzen der bindigen Böden.

**Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet**

⇒ Fluviatilkies: Die in unterschiedlicher Tiefenlage angetroffenen, Kiese und untergeordnet auftretenden Sande zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf ( $DPH n_{10} \geq 5$ ; z.T. auch  $n_{10} > 20 - 40$ ). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 / 1,5 bis 3 m u.GOK. Lokal können mächtigere Auflockerungszonen vorliegen (z.B. Umfeld B35). Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit weitestgehend in zumindest mitteldichter Lagerung vor. In oberflächennahen Profilabschnitten können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Die ausschließlich in den nördlicheren Aufschlüssen angetroffenen Fluviatilschluffe folgen erst in Tiefen, die keine nennenswerte Beeinflussung durch die hier relevanten Stell-/Bewegungsflächen erwarten lassen. Daher erfolgt hier keine bautechnische Beurteilung.

**Westliche Stell- und Bewegungsflächen / 100er-Seite (B22 – B27, B38, B39, B45, B46, B59, B71, B91, B92, B115)**

→ oberflächennahe Fluviatilschluffe (z.T. bis ca. 5 m u.GOK): Die Füllschluffe und die teilweise recht mächtigen Fluviatilschluffe führen überwiegend geringe Schlagzahlen von  $DPH n_{10} \leq 4$ , meist 1 - 2. Dies entspricht in erster Linie weichen, z.T. auch weich-breiligen Konsistenzen der bindigen Böden.

**Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsg geeignet**

⇒ Fluviatilkies: Die in unterschiedlicher Tiefenlage angetroffenen Kiese und untergeordnet auftretenden Sande zeigen in der Regel mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf ( $DPH n_{10} \geq 5$ ; z.T. auch  $n_{10} > 20 - 40$ ). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 3 m u.GOK. Nennenswerte Auflockerungszonen konnten nicht nachgewiesen werden. Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit weitestgehend in zumindest mitteldichter Lagerung vor. In oberflächennahen Profilabschnitten können auch dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Die ausschließlich in den nördlicheren Aufschlüssen (B24, B26) angetroffenen Fluviatilschluffe folgen erst in Tiefen, die keine nennenswerte Beeinflussung durch die hier relevanten Stell-/ Bewegungsflächen erwarten lassen. Daher erfolgt hier keine bautechnische Beurteilung.

**Südliche Stell- und Bewegungsflächen / 200er-Seite (B94 – B99, B119 – B122)**

⇒ Fluviatilkies: Die hier untergrundprägenden und jeweils ab UK Oberboden anstehenden Kiese zeigen mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf ( $DPH n_{10} > 5$ ; z.T. deutlich höher). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 3 m u.GOK. Nennenswerte Auflockerungszonen liegen nicht vor.

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. Vor allem oberflächennah können dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsg geeignet**

**Östliche Stell- und Bewegungsflächen / 600er-Seite und Innenhof / 300er-/400er-Seite (B34, B53, B54, B62, B64, B78, B79, B99)**

⇒ Fluviatilkies: Die hier untergrundprägenden und jeweils ab UK Oberboden anstehenden Kiese zeigen mittelhohe bis z.T. sehr hohe Schlagzahlen auf (DPH  $n_{10} > 5$ ; z.T. deutlich höher). Auffallend ist eine Zone besonders hoher Schlagzahlen im Bereich von ca. 1 bis 3 m u.GOK. Nennenswerte Auflockerungszonen liegen nicht vor.

Die fluviatilen Kiese und die vereinzelt erbohrten Fluviatilsande liegen damit in zumindest mitteldichter Lagerung vor. Vor allem oberflächennah können dichte bis sehr dichte Lagerungsverhältnisse vorliegen.

**Bautechnische Beurteilung: gründungsgeeignet**

⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe: Die ausschließlich im nördlichsten Aufschluss (B34) angetroffenen Fluviatilschluffe folgen erst in Tiefen, die keine nennenswerte Beeinflussung durch die hier relevanten Stell-/Bewegungsflächen erwarten lassen. Daher erfolgt hier keine bautechnische Beurteilung.

#### **4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung**

In den folgenden Tabellen 16a und 16b werden, abgeleitet aus den bodenmechanischen Laborversuchen und basierend auf örtlichen Erfahrungs- und Literaturwerten, Schwankungsbreiten der bodenmechanischen Kennwerte für die gründungsrelevanten Bodenschichten aufgeführt. Sie stellen gemäß DIN 'vorsichtige Schätzwerte der Mittelwerte' (charakteristische Werte) dar.



BODENART	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi_k$ bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	$c_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{s,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )
<b>einzubauende Schotter-/Kiestrag- schicht:</b> Kies, sandig, schwach bindig; +/- dicht	21,5 - 22,0	13,5 - 14,0	35,0 - 37,5	0	80.000 - 100.000 RW 80.000
<b>V1-Material</b> (potenzielles Aufhöhungsmaterial): Kies, sandig, schwach bindig (bindiger Anteil < 10 %); dicht	21,0	13,0	35,0	0	40.000 - 60.000 RW 50.000
<b>Füll- und Fluviatilschluff (aufgeweicht):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich-breilig	16,0 - 18,0	6,0 - 8,0	15,0 - 25,0	0 - 5 RW 0	2.000 - 4.000 RW 2.000
<b>Füll- und Fluviatilschluff (oberflächennah):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; +/- weich	18,0 - 18,5	8,0 - 8,5	15,0 - 25,0	1 - 2 RW 1	3.000 - 5.000 RW 3.000
<b>Fluviatilschluff (tieferliegend):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich-steif bis steif	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	15,0 - 25,0	2 - 5 RW 2,5	6.000 - 12.000 RW 8.000
<b>Fluviatilschluff (lokal; &gt; 7 - 8 m u.GOK):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; steif bis halbfest	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	15,0 - 25,0	5 - 10 RW 5	12.000 - 18.000 RW 15.000
<b>Torf (lokal):</b> organische Substanz, unzersetzt bis zersetzt; weich-steif bis steif	15,0 - 16,0	5,0 - 6,0	15,0 - 20,0	0 - 2 RW 0	750 - 1.500 RW 1.000
<b>Füll- und Fluviatilsand (aufgelockert):</b> Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; locker	17,0 - 17,5	9,0 - 9,5	27,5 - 30,0	0	12.000 - 18.000 RW 12.000
<b>Füll- und Fluviatilsand (ungestört):</b> Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; mitteldicht	18,0 - 18,5	10,0 - 10,5	30,0 - 32,5	0	20.000 - 30.000 RW 25.000

**Tabelle 16a:** Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

$\gamma$  = Wichte des erdfeuchten Bodens  
 $\varphi_k$  = Reibungswinkel  
 $c_k$  = Kohäsion  
 RW = Rechenwert

$\gamma'$  = Wichte d. Bodens unter Auftrieb  
 $\varphi_{s,k}$  = Ersatzreibungswinkel  
 $E_{s,k}$  = Steifeziffer

BODENART	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi_k$ bzw. $\varphi_{s,k}$ (°)	$c_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{s,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )
<b>Fluviatilsand (lokal):</b> Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; dicht	19,0 - 19,5	11,0 - 11,5	32,5 - 35,0	0	35.000 - 50.000 RW 35.000
<b>Fluviatilkies (lokal aufgelockert):</b> Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; locker	18,0 - 19,0	10,0 - 11,0	30,0 - 32,5	0	20.000 - 35.000 RW 25.000
<b>Fluviatilkies (untergrundprägend):</b> Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; mitteldicht	19,0 - 20,0	11,0 - 12,0	32,5	0	35.000 - 50.000 RW 35.000
<b>Fluviatilkies (häufig):</b> Kies, (stark) sandig, u.U. schw. bindig, u.U. steinig-blockig; dicht bis sehr dicht	21,0 - 21,5	13,0 - 13,5	35,0	0	50.000 - 100.000 RW 60.000

**Tabelle 16b:** Bodenmechanische Kennwerte der gründungsrelevanten Bodeneinheiten

$\gamma$  = Wichte des erdfeuchten Bodens  
 $\varphi_k$  = Reibungswinkel  
 $c_k$  = Kohäsion  
 RW = Rechenwert

$\gamma'$  = Wichte d. Bodens unter Auftrieb  
 $\varphi_{s,k}$  = Ersatzreibungswinkel  
 $E_{s,k}$  = Steifeziffer

#### 4.4 Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen und Frostklassen

In den Tabellen 17a und 17b erfolgt die Angabe der Bodenklassen (DIN 18 300<sub>alt</sub> und DIN 18 301<sub>alt</sub>), der Homogenbereiche für die Gewerke Erdarbeiten, Verbauarbeiten und Bohrarbeiten (DIN 18300<sub>neu</sub>, DIN 18301<sub>neu</sub> bzw. DIN 18 303<sub>neu</sub>), die Angabe des Gruppensymbols / der Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (DIN 18 196), die Angabe der Frostklasse (ZTVE-StB) sowie die Vorgehensweise zur Lösung der Böden.

grobe Schichtgliederung	Bodenklassen (DIN 18 300 <sub>alt</sub> )	Bodenklassen (DIN 18301 <sub>alt</sub> )	Homogenbereiche 'Erdarbeiten', 'Wiedereinbau', Verbauarbeiten <sup>3)</sup> und 'Bohrarbeiten'			Gruppensymbol (DIN 18 196)	'Frostklasse' ZTVE-StB	Bodenlösung <sup>2)</sup>
aufgefüllter 'Mutterboden' <sup>1)</sup>	1 u.U. 2	-	ERD 1			A (OU/OH)	F 3	'Löffelbagger'
'Mutterboden' <sup>1)</sup>	1 u.U. 2					OU/OH	F 3	
Füllschluff	4 u.U. 2	BB1 - 2	VER 1	BOH 1	EIN 1a	A (ST/UL/TL)	F 3	
Füllsand	3 - 4, u.U. 2	BN1 - 2				A (SE/SU/SU*)	F 1 - F 3	
Füllkies bis ca. DPH n <sub>10</sub> ≤ 20)	3 - 5	BN1, u.U. BS1				A (GW/GU/GU*/X)	F 1 - F 3	
Steine / Blöcke <sup>4)5)</sup>	6, u.U. 7	BS3 - 4	VER 1	BOH 2	EIN 2	A (X/Y) bzw. X/Y	F 1	
stark organ. Schluff / Torf <sup>1)</sup>	4 u.U. 2	BB1 - 2, BO1 - 2	ERD 2		-	OU/HN/HZ	F 3	
Fluviatilschluff, oberflächennah (bis ca. DPH n <sub>10</sub> ≤ 20)	4 - 5 u.U. 2	BB2 - 3, u.U. BB1	VER 1	BOH 1	EIN 1a	UL/TL/UM/TM/TA/UA	F 3	
Fluviatilsand <sup>1)</sup>	3 - 4	BN1 - 2				SE/SU/SU*	F 1 - F 3	

**Tabelle 17a:** Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

- <sup>1)</sup> bei Wassersättigung bewegungsempfindlich
- <sup>2)</sup> bei Einsatz von Löffelbaggern der ≥ 20 - 25t-Klasse
- <sup>3)</sup> bei Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten
- <sup>4)</sup> > 30 Gewichts-% Steinanteil Ø > 0,01 m<sup>3</sup> bis 0,1 m<sup>3</sup> Einstufung in Bk 6
- <sup>5)</sup> Ø > 0,1 m<sup>3</sup> Einstufung in Bk 7

grobe Schichtgliederung	Bodenklassen (DIN 18 300 <sub>alt</sub> )	Bodenklassen (DIN 18301 <sub>alt</sub> )	Homogenbereiche ‘Erdarbeiten’, ‘Wiedereinbau’, Verbauarbeiten <sup>3)</sup> und ‘Bohrarbeiten’			Gruppen- symbol (DIN 18 196)	‘Frost- klasse’ ZTVE-StB	Boden- Lösung <sup>2)</sup>
			VER ERD	BOH	EIN			
Füllkies (ab ca DPH n <sub>10</sub> > 20)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2	VER 2 ERD 2	BOH 2	EIN 1b	A (GW/GU/ GU*/X)	F 1 - F 3	‘Löffel- bagger’
Fluviatilkies (bis ca. DPH n <sub>10</sub> ≤ 20)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2	VER 1 ERD 2	BOH 1		GE/GI/GW/ GU/GU*/X	F 1 - F 3	
Fluviatilkies (ab DPH n <sub>10</sub> > 20)	3 - 5	BN1 - 2, BS1, u.U. BS2		BOH 2		GE/GI/GW/ GU/GU*/X	F 1 - F 3	
Fluviatilschluff, tieferliegend (ab DPH n <sub>10</sub> > 20) <sup>1)</sup>	4 u.U. 2	BB2 - BB3	VER 2 ERD 2	BOH 1	EIN 1a	UL/TL/UM/ TM/TA/UA	F 3	

**Tabelle 17b:** Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

- 1) bei Wassersättigung bewegungsempfindlich
- 2) bei Einsatz von Löffelbaggern der ≥ 20 - 25t-Klasse
- 3) bei Einsatz der in Kapitel 6 genannten Verbauarten
- 4) > 30 Gewichts-% Steinanteil Ø > 0,01 m<sup>3</sup> bis 0,1 m<sup>3</sup> Einstufung in Bk 6
- 5) Ø > 0,1 m<sup>3</sup> Einstufung in Bk 7

Erdarbeiten/Bodenlösung: Die o.g. Festlegungen der Homogenbereiche für das Gewerk 'Erdarbeiten' basieren auf der Annahme des Einsatzes ausreichend starker Löffelbagger (Einsatzgewicht  $\geq 20 - 25t$ ). Da im Rahmen der Erdarbeiten erhebliche Massen zu bewegen sein werden, wird davon ausgegangen, dass ohnehin entsprechend schweres Gerät vor Ort sein wird.

Die (aufgefüllten) Oberböden sind vorab aus den Baufeldern zu entfernen und für einen Einsatz in gleicher Funktion zu sichern (Bodenklasse 1 bzw. Homogenbereich ERD 1).

Es ist davon auszugehen, dass die Lösung der weiteren Auffüllungs- und Geogenbereiche mittels 'normalen' Löffelbagger-Einsatzes möglich sein wird (überwiegend Bodenklassen 3 bis 5 bzw. Homogenbereich ERD 2). Es wird vom Einsatz einer 'Schneidbestückung' bzw. bei dichter gelagerten kiesigen (Füll-)Böden vom Einsatz einer 'Zahnbestückung' ausgegangen.

Weiterhin ist eine Position für die Bodenklassen 6 und 7 (gem. DIN 18300<sub>alt</sub>) in die Ausschreibung aufzunehmen, da entsprechend grobkörniges Material, bedingt durch die Vornutzung des Untersuchungsgebietes und die Ablagerungsgeschichte der Böden, nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann (z.B. grobstückiger Bauschutt, grober Flussschotter, etc.). Die Bodenklasse 7 beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser  $> 0,6 m$  ( $> 0,1 m^3$  Rauminhalt). In der charakterisierenden Beschreibung der Homogenbereiche wird ein entsprechender Anteil abgeschätzt.

Die obigen Aussagen gelten nicht für den Rückbau der Versiegelungen und von bis dato unbekanntem und in-situ verbliebenen Bestandsbauwerken. Hierfür sind eigene Positionen in Ansatz zu nehmen.

Etwaige alte bzw. unterirdisch verbliebene Unterflur-Bauteile bzw. nicht vollständig tiefenenttrümmerte unterirdische Altbestand-Reste o.ä. sollten grundsätzlich vollständig aus dem geplanten Gebäude-Baufeld entfernt werden. Hierfür wäre u.U. ein erhöhter Lösungsaufwand erforderlich.

**Da auf Grundlage der vorliegenden chemischen Analysen ausschließlich Material der Zuordnung 'Verfüll-Leitfaden Bayern-Boden Z0 / Standortkategorie A' bzw. EBV BM-0 erwartet wird, erfolgt keine gesonderte Ausweisung von Homogenbereichen in Bezug auf die chemischen Eigenschaften des Aushubmaterials.**

**Es wird stattdessen empfohlen die für die weitere Verwendung relevanten Verfüll-Leitfaden-/DK-/BM-Zuordnungsklassen der anfallenden Aushubmassen über gesonderte Positionen im Leistungsverzeichnis abzufragen (siehe 'Sicherheitsmassen' gem. Kap. 5) als Zulagen zu einer Grundposition Verfüll-Leitfaden Z0/DK 0/BM0), da die übrigen Eigenschaften für das einsetzbare Erdbaugerät nicht nennenswert anders sind.**

Wiedereinbau (bodenmechanischer Aspekt): Die zumeist deutliche Lehmenteile führenden (Füll-)Böden und auch die bindigen anthropogenen/geogenen Ablagerungen besitzen im unseparierten und unaufbereiteten Zustand keine unmittelbare Wiedereinbaueignung in lastabtragenden oder setzungsempfindlichen Bereichen (Homogenbereich EIN 1a).

Die anfallenden Fluviatilkieste weisen bei geeigneter Separierung und ausreichend geringem bindigen Anteil eine nutzbare Wiedereinbaueignung für 'einfache' Anwendung im Erdbau auf (Homogenbereich EIN 1b).

Beim Aushub ggf. anfallende (große) Blöcke (z.B. grober Bauschutt, o.ä.) oder grober Flussschotter besitzen ohne Herstellung einer Kornabstufung keine unmittelbare Wiedereinbaueignung (EIN 2) und sollten daher zunächst separiert werden. Je nach tatsächlich vorliegender Aushubmasse kann dann über eine geeignete Aufbereitung entschieden werden.

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

Bei der Einbringung von einbindenden Verbauten (z.B. Bohlträgern, Spundwänden, o.ä.) ist überwiegend der Homogenbereich VER 1 anzusetzen. Ab einem Tiefenniveau mit DPH-Schlagzahlen von etwa  $n_{10} > 20$  bzw. sollte der Homogenbereich VER 2 angesetzt werden.

Die Ausweisung von zwei Homogenbereichen für das Gewerk 'Verbauarbeiten' beruht daher ausschließlich auf den zu erwartenden bautechnischen Erschwernissen aufgrund der festgestellten, teilweise sehr hohen und auch oberflächennah vorliegenden Lagerungsdichten der Fluviatil-Kiese und teilweise hoher Konsistenzen der zur Tiefe hin folgenden Fluviatil-Schluffe.



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

Sollten entgegen dem aktuellen Kenntnisstand einbindende Verbauförmlichkeiten (z.B. bei tiefreichenden und/oder großen Baugruben ohne Möglichkeit einer Aussteifung) erforderlich werden, so wird um Rückmeldung zur Anpassung/Erweiterung der Homogenbereiche und Hinweisgebungen gebeten.

Gewerk Bohrarbeiten: Bei Ausführung einer für die Errichtung der Lärmschutzwände typischen Bohrpfahlgründung (hier: vorverrohrte Ortbeton-Bohrpfähle) kann bis mindestens zur erreichten Bohrendteufe der Homogenbereich BOH 1 angesetzt werden.

Da bereichsweise ein erhöhter Grobkornanteil (Steine und u.U. Blöcke) bzw. sehr hohe Lagerungsdichten innerhalb der Fluvialkiese nicht ausgeschlossen werden können, die einen erhöhten bautechnischen Bohr-/Mehr-Aufwand bedingen können (Zulageposition in den Bodenklassen 6/6-7 gem. DIN 18 300), wird ergänzend der Homogenbereich BOH 2 ausgewiesen.

**Sollten hiervon abweichende Erdbaugeräte/Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung zwecks Anpassung der Homogenbereichsfestlegung gebeten.**

Erläuterung Tabellen 17a/b

<p>Bodenklassen (DIN 18 300<sub>alt</sub>)</p>	<p>Bodenklasse 1: Oberboden Bodenklasse 2: fließende Bodenarten Bodenklasse 3: leicht lösbare Bodenarten Bodenklasse 4: mittelschwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 5: schwer lösbare Bodenarten Bodenklasse 6: leicht lösbarer Fels oder vergleichbare Bodenarten Bodenklasse 7: schwer lösbarer Fels</p>
<p>Homogenbereiche</p>	<p>ERD 1: Eigenschaften siehe Tabelle 18a ERD 2 + VER 1 + VER 2 BOH 1 + BOH 2: Eigenschaften siehe Tabelle 18b</p>
<p>nach DIN 18 301<sub>alt</sub></p>	<p>Bodenklasse BB1: bindige Böden, flüssige bis breiige Konsistenz Bodenklasse BB2: bindige Böden, weiche bis steife Konsistenz Bodenklasse BB3: bindige Böden, halbfeste Konsistenz Bodenklasse BN1: nichtbindige Böden, Feinkornanteil <math>\leq 15\%</math> Bodenklasse BN2: nichtbindige Böden, Feinkornanteil <math>&gt; 15\%</math> Bodenklasse BS1: Steinkornanteil <math>\leq 30\%</math> Bodenklasse BS2: Steinkornanteil <math>&gt; 30\%</math> Bodenklasse BS3: Blöcke <math>\leq 30\%</math> Bodenklasse BO1: Mudde, Humus und zersetzte Torfe Bodenklasse BO2: unzersetzte Torfe</p>
<p>nach DIN 18 196</p>	<p>A Auffüllungen OU Schluffe mit organischen Beimengungen OH grob- oder gemischtkörnige Böden mit Anteilen humoser Art HN/HZ Torf, nicht zersetzt / zersetzt GE/GW eng- bzw. weitgestufte Kiese GI intermittierende Kiese GU/GU* Kies-Schluff-Gemische SE enggestufte Sande SU/SU* Sand-Schluff-Gemische TL/TM/TA leicht / mittel / ausgeprägt plastische Tone UL/UM leicht / mittel plastische Schluffe X/Y Steine/Blöcke</p>

Fortsetzung Erläuterung Tabellen 17a/b

nach ZTVE-StB	F 1	nicht frostempfindlich
	F 2	gering bis mittel frostempfindlich
	F 3	sehr frostempfindlich

#### 4.5 Homogenbereiche gem. VOB Teil C

Die Festlegung von Homogenbereichen (Tabellen 18a und 18b) erfolgen für das Gewerk 'Erdarbeiten' gem. DIN 18300<sub>neu</sub> im Hinblick auf die mindestens anzusetzende Geotechnische Kategorie GK 2. Für das auszuführende Gewerk 'Bohrarbeiten' gem. DIN 18301<sub>neu</sub> gelten die Angaben analog.

Grundlage ist der Einsatz ausreichend starker Bagger zur Bodenlösung bzw. die Ausführung der in Kapitel 5 genannten Verbauart. Sollten diesbezüglich andere Gerätschaften oder Verfahren zum Einsatz kommen, so wird um Mitteilung gebeten, um die Homogenbereiche entsprechend anpassen zu können.

In Abhängigkeit der letztlich auszuführenden Verfahrens kann sich in Verbindung mit anderen Vorgaben (z.B. von statischer Seite) die Notwendigkeit einer Anpassung der geotechnischen Kategorie einschließlich eines maßnahmenangepassten Nacherkundungsbedarfs ergeben. In diesem Zusammenhang sei erneut auf den zunächst orientierenden Charakter der durchgeführten Geländeuntersuchungen verwiesen.

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich ERD 1 (Wertebereiche)
	<b>Gewerk ('Erdarbeiten')</b>
Anteil Steine und Blöcke	< 3 %
Anteil große Blöcke	< 1 %
undrainierte Scherfestigkeit	< 15 kN/m <sup>2</sup>
Konsistenz	n.b. bzw. ~ 0,30 – 0,70
Plastizitätszahl	n.b. bzw. ~ 0,15 – 0,25
Lagerungsdichte	n.b.
Bodengruppen	(A OU/OH) / OU/OH
Ortsübliche Bezeichnung	(aufgef.) Mutterboden/Oberboden

**Tabelle 18a:** Kennwerte für Homogenbereich ERD 1, n.b. = nicht bestimmbar

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich (Wertebereiche)	
	Gewerk (´Erdarbeiten´ + ´Wiedereinbau´ + ´Verbauarbeiten´ + ´Bohrarbeiten´)	
	ERD 1 + VER 1 + BOH 1	VER 2 + BOH 2
Kornverteilung (Körnungsband)	Bandbreite siehe Anlage 3.6 (zzgl. Stein-/Blockanteil)	
Definition v. Steinen + Blöcken	Auffüllungen: v.a. Bauschutt i.w.S. Geogen: v.a. grober Flußschotter/Gerölle	
Anteil Steine und Blöcke	≤ 30 %	> 30 %
Anteil große Blöcke	≤ 2 %	≤ 5 %
Mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	v.a. Kalkstein	
Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)	
Kohäsion	≤ 10 kN/m <sup>2</sup>	
undrainierte Scherfestigkeit	≤ 150 kN/m <sup>2</sup>	
Sensitivität	n.b.	
Wassergehalt	≤ 30 %	
Konsistenz	weich bis halbfest bzw. n.b.	≥ halbfest
Konsistenzzahl	~ 0,30 - 1,20	> 1,20
Plastizität	gering bis ausgeprägt bzw. n.b.	
Plastizitätszahl	~ 0,10 - 0,45	
Durchlässigkeit	ca. $k_f \sim 2 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$ bis $\sim 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	
Lagerungsdichte	überw. 0,30 - > 0,65 bzw. n.b.	(>) > 0,65
Kalkgehalt	(Ausgangsgestein ca. 90 - 100 % CaCO <sub>3</sub> )	
Sulfatgehalt	gering	
Organischer Anteil	≤ 25,0 %	
Abrasivität	schwach abrasiv bis abrasiv (150 - 500 g/t LAK); ggf. LCPC-Versuche	
Bodengruppen	X, Y, GE, GI, GW, GU, GU*, SE, SU, SU*, UL, TL, UM, TM, TA, UA, HN, HZ	
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllungen, Flussablagerungen	

**Tabelle 18b:** Kennwerte für Homogenbereich ERD 2, VER 1, VER 2, BOH 1 und BOH 2  
n.b. = nicht bestimmbar

## **5. Hinweisgebung zur Baudurchführung**

Aufgabe: Es waren Untersuchungen für den geplanten Neubau des Paketentrums Weichering durchzuführen. Dies schließt die Errichtung von Stell- und Bewegungsflächen für Schwerverkehr, den Neubau eines Parkhauses für Pkw und einer Kläranlage, die Herstellung diverser Lärmschutzwände, den Bau einer Sprinklerzentrale mit Tanks, die Errichtung eines Verwaltungsgebäudes und des eigentlichen Paketentrums-Hauptgebäudes ein. Daneben ist im Bereich des zukünftigen PZ-Geländes die aktuell vorhandene Kreisstraße 'ND18' rückzubauen und zu verlegen.

Hierfür war es notwendig, die relevanten Bodenarten zu bestimmen.

Hierauf basierend wurden Aussagen über die Boden-/Grundwasserverhältnisse, die Versickerungsfähigkeit sowie die Tragfähigkeit und die insgesamt daraus resultierenden weitergehenden Maßnahmen gegeben. Aufgabe war somit einerseits die *ingenieurgeologische Erkundung und Bewertung des Untergrundinventars in den überplanten Baufeldern*. Des Weiteren wurden die vorliegenden *Auffüllungen und Böden chemisch* untersucht und hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten bewertet.

**Die Hinweisgebungen erfolgen auf Grundlage der in Kapitel 1 aufgeführten Planunterlagen/Planstände und sind daher maßnahmenfortlaufend zu überprüfen und ggf. an neuere Planungen anzupassen, weshalb eine enge Abstimmung zwischen Bauherr/AG, Planer und Bodengutachter empfohlen wird. Dies gilt auch für Anpassungen, die sich aus einer aktualisierten Höhenplanung der Bauteile/Flächen ergeben.**

Die Betrachtung der unterschiedlichen Teilabschnitte erfolgt in den nachstehend aufgeführten Kapiteln.

- Kap. 5.1: Allgemeine Hinweisgebungen
- Kap. 5.2: Errichtung Lärmschutzwände
- Kap. 5.3: Errichtung Parkhaus
- Kap. 5.4: Errichtung Übergabestation
- Kap. 5.5: Errichtung Sprinklerzentrale
- Kap. 5.6: Errichtung Kläranlage
- Kap. 5.7: Errichtung PZ-Gebäude/Frachthalle
- Kap. 5.8: Stell- und Bewegungsflächen
- Kap. 5.9: Errichtung von Kanälen

## 5.1 Allgemeine Hinweisgebungen

Anmerkung zu Höhenlagen: Soweit nicht aus den vorhandenen Planunterlagen ableitbar, werden in den einzelnen Kapiteln Annahmen zu den jeweiligen Bauteilen bzw. Trassenabschnitten getroffen, um den Umfang von Abtrags- oder Aufhöhungsarbeiten zumindest grob abschätzen zu können.

Baureifmachung: Für die weiteren Hinweisgebungen wird davon ausgegangen, dass sämtlicher Baum-/Buschbestand samt Wurzelballen, nicht mehr benötigte Abschnitte der Kreisstraße (siehe Kapitel 3.5) und alle sonstigen Bauteile ober- und unterirdisch vollständig aus den überplanten Flächen entfernt worden sind. Dabei entstandene und sonstige Massendefizite (z.B. Bodensenken, Hohlformen, o.ä.) sind lagenweise mit einem geeigneten Mineralgemisch qualifiziert rückzufüllen.

Ver- und Entsorgungsleitungen: Alle örtlichen Ver- und Entsorgungsleitungen sind im weiteren Verlauf der Arbeiten zu schützen. Sofern Bereiche von Leitungen überbaut werden sollen, sind gefährdete Leitungen zunächst zu sichern oder umzulegen. In diesem Zusammenhang sei insbesondere auf die zunächst am nördlichen Rand des Untersuchungsgebietes verlaufende und später etwa in Höhe der 600er-Seite das Gelände kreuzende 20 kV-Mittelspannungs-Freileitung hingewiesen, die im Zuge der Gesamtmaßnahme durch Dritte rückgebaut werden soll.

Zeitliche Durchführung: Arbeiten mit Eingriffen in den Untergrund sollten in einer erfahrungsgemäß möglichst niederschlagsarmen Jahreszeit durchgeführt werden, da die Erdplanumsböden bereichsweise bindige Anteile aufweisen und somit nässeempfindlich sind. Aufweichungen bewirken eine Verschlechterung der Baugrundgüte und können einen erhöhten bautechnischen Aufwand nach sich ziehen.

Des Weiteren ist bei hohen Grundwasserständen bzw. solchen nahe der in Kapitel 2.2 benannten Bemessungswasserstände von der Notwendigkeit zur Installation einer äußerst aufwendigen Wasserhaltung (Grundwasserabsenkung und örtliche Wiederversickerung) auszugehen, wofür ein entsprechender wirtschaftlicher und bautechnischer Aufwand zu veranschlagen wäre. Dies gilt insbesondere für Bauteile, die planmäßig ohnehin deutlich in den Untergrund einbinden sollen, wie z.B. die Kläranlage (siehe Kapitel 5.6) oder die Stauraumkanäle (siehe Kapitel 5.9).

Wasserhaltungen / Grundwasserabsenkungen: In den gründungsrelevanten Tiefen bzw. in den aushubrelevanten Tiefen zur Entfernung der (aufgefüllten) Oberböden wurde an den Untersuchungstagen lokal Stau-, Schicht- oder Grundwasser angetroffen. Teilweise bewegte sich der Grundwasserspiegel nur geringfügig unterhalb der relevanten Aushubtiefen.



Für die Errichtung der Bodenplatten und der Fundamente, bzw. dem zunächst vollflächigen Abzug der Oberböden wird, die Verhältnisse an den Untersuchungstagen und die in den jeweiligen Kapiteln benannten Planungshöhen vorausgesetzt, weitestgehend die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein.

Lokal kann die Notwendigkeit der Installation einer 'verstärkt offenen' oder 'geschlossenen' Wasserhaltung nicht ausgeschlossen werden. Die zum Zeitpunkt der Untersuchungen in den einzelnen Teilbaufeldern anzuratenden Maßnahmen werden in den nachfolgenden Kapiteln jeweils separat beschrieben.

Bestimmte Eingriffe in das Grundwasser sind, soweit ein Benutzungstatbestand nach § 3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vorliegt, erlaubnisbedürftig.

Erlaubnisbedürftig sind insbesondere bauzeitliche Grundwasserhaltungen, also das Abpumpen und damit Absenken von Grundwasser zur Trockenlegung der Baugruben und Einleiten des geförderten Wassers in das Grundwasser (Stichwort ortsnahe Wiederversickerung) oder im Ausnahmefall in ein oberirdisches Gewässer und das durch einen Baukörper oder die Baugrubenumschließung verursachte temporäre oder andauernde Aufstauen, Umleiten und Absenken von Grundwasser.

**Im Regelfall ist bei einer Bauwasserhaltung das vereinfachte Verfahren nach Bayerischem Wassergesetz (beschränkte Erlaubnis im vereinfachten Verfahren nach Art. 17a BayWG) durchzuführen. Dazu ist beim zuständigen Landratsamt ein formloser Antrag zu stellen.**

Probeabsenkungen/Wiedereinleitungen: Im Vorfeld zur flächigen Installation/Inbetriebnahme einer Wasserhaltung, z.B. im Bereich der Kläranlage und/oder für die Stauraumkanäle, ist durch Probeabsenkungen mit dem zur Ausführung vorgesehenen System die ausreichende Leistungsfähigkeit der AN-seits zu wählenden Anlagentechnik in Bezug auf das Absenkziel zu verifizieren. Gleiches gilt für die ortsnahe Wiedereinleitung der anfallenden Wässer.

Die Probeabsenkungen/Wiedereinleitungen sind vollständig zu dokumentieren und die Ergebnisse im Vorfeld einer flächigen Installation/Inbetriebnahme durch die Bauleitung und den Bodengutachter bzw. den zuständigen Fachplaner freizugeben.

Errichtung von Probefeldern: Um die in den nachfolgenden Kapiteln ausgeführten Hinweisgebungen gesichert umsetzen zu können, wird die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der empfohlenen Aufbauten bauteilbezogen bzw. aufbauspezifisch durch Anlage ein bzw. mehrerer ausreichend groß dimensionierter Probefelder und entsprechender Verdichtungsprüfungen im Vorfeld angeraten.

Die Ergebnisse der Verdichtungsprüfungen sind vollständig zu dokumentieren und die Ergebnisse im Hinblick auf die flächige Errichtung der Aufbauten durch die Bauleitung und den Bodengutachter bzw. den zuständigen Fachplaner freizugeben.

Aktuelle chemische Analysen: Die im Rahmen der Gutachtenerstellung durchgeführten chemischen Untersuchungen liegen zum Zeitpunkt der Bauausführung u. U. länger als ½ Jahr zurück. Vorgenannte Zeitspanne wird von Annahmestellen i. d. R. als Stichtag für die Beurteilung einer aktuellen Analytik herangezogen. Zur Abfuhr vom Standort vorgesehene Bodenmaterial ist nach Aushub dann zunächst in Mietenform zwischenzulagern und entsprechend zu beproben und zu analysieren. Hierdurch entsteht ein bautechnischer und zeitlicher Aufwand in der Maßnahme. Das Risiko der Gewährleistung des Baufortschritts liegt in diesem Fall gänzlich beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor tatsächlichem Maßnahmenstart Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs- bzw. Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen. Je nach Baustart und Bauausführung bietet es sich dann an, entsprechende Analysen gemäß Mantelverordnung (bzw. EBV, novellierter BBodSchV) und/oder DepV durchführen zu lassen. Sofern eine Verfüllmaßnahme zur Verfügung steht, die vor dem 16.07.2021 genehmigt wurde, kann ggf. eine Analyse gemäß LAGABoden/Bauschutt erforderlich werden. Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart aufgezeigt werden.

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

Planumsentwässerung: Auf Grundlage der aktuellen Höhenplanung kommt die Unterkante möglicher RStO-Aufbauten z.T. geringfügig unterhalb bis überwiegend +/- deutlich oberhalb der aktuellen GOK zu liegen.

Die oberflächlich anstehenden Böden sind nicht überall ausreichend durchlässig, um keinen Aufstau von ggf. seitlich in den Oberbau eindringenden Sickerwässern befürchten zu müssen.

Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen wird daher empfohlen.

Entsprechende Maßnahmen werden in den 'Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Entwässerung' (RAS-Ew) und den 'Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau' (ZTV Ew-StB) beschrieben.

RC-Material: Aktuell gilt in Bayern (noch) der Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“ (RC-Leitfaden). Vorgenannter Leitfaden verliert mit Inkrafttreten der Mantelverordnung am 01.08.2023 ersatzlos seine Gültigkeit.

**Ab dem 01.08.2023 treten die gesetzlichen Regelungen der EBV in Kraft. In diesem Zuge wird die Nutzung güteüberwachter Recyclingbaustoffe als Produkte umfassend neu geregelt. Es gelten dann die entsprechenden Einbauweisen für 'mineralische Ersatzbaustoffe' (MEBs) aus Anlage 2 der EBV in Verbindung mit den aktuell in Überarbeitung befindlichen 'zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien' bzw. 'technischen Lieferbedingungen' für den Einsatz von Materialien im Straßenbau.**

**Es bleibt an dieser Stelle jedoch festzuhalten, dass aufgrund der festgestellten Wechselhaftigkeit der Böden, die Konfiguration der Grundwasserdeckschichten als 'ungünstig' zu bewerten ist, was die Verwendung von MEBs insgesamt einschränkt und Mindestmächtigkeiten der grundwasserfreien Sickerstrecken von 0,6 – 1,5 m erforderlich machen wird.**

**Aufgrund der Vielzahl möglicher Einbauweisen und einzelner MEBs ist die Vorab-Beurteilung einer Zulässigkeit oder Nichtzulässigkeit eines Einbaus nicht möglich. Bauweisen mit einem Ersatz von geogenem Schotter-/Kiestragschicht- oder Frostschutzmaterial durch RC-Baustoffe werden daher nachfolgend nicht betrachtet. Liegen konkrete Absichten für den Einbau bestimmter MEBs vor, können angepasste Hinweise zu den Einbauweisen nachgereicht werden.**

Wiedereinbaufähigkeit anfallender Böden: Organische Böden sind grundsätzlich nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen wiedereinbaueeignet. Bindige oder deutlich verlehmt Böden sind ohne vorherige fachgerechte Aufbereitung nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen für einen Wiedereinbau geeignet (Material Homogenbereich EIN 1a).

In Bereichen zukünftiger Fahrflächen- oder Wegenutzung und Stellplatznutzung sowie setzungsempfindlichen Bereichen sollte ein verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. V1-Material; siehe unten) eingebaut werden oder vorhandene bindige Böden sind entsprechend aufzubereiten.

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

Für Materialien der Homogenbereiche EIN 1b und EIN 2 wird eine fachgerechte Separierung und – für Material aus EIN 2 – die Herstellung einer Kornabstufung nötig, bevor ein Wiedereinbau in ´einfachen´ Erdbauanwendungen erfolgen kann.

In Bezug auf die chemische Einstufung der Böden sei auf die in dieser Hinsicht unauffälligen Untersuchungsergebnisse (siehe Kapitel 3) hingewiesen.

Untergrundverbesserung mittels Mischbinderzugabe: Zum aktuellen Kenntnisstand wird die Mischbinderbehandlung des Erdplanums oder anfallender bindiger Böden durch Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches gutachterlicherseits nicht favorisiert, da die gesicherte Durchführbarkeit flächig nicht gewährleistet ist. Grund hierfür die die Wechselhaftigkeit der in Höhe des jeweiligen Erdplanums der (Teil-)Maßnahmen anstehenden (Füll-)Böden.

Im Zuge der bodenmechanischen Untersuchungen wurden teils deutliche Tonanteile innerhalb der Böden nachgewiesen, die eine Zuordnung der Böden gem. DIN 18196 in die Bodengruppe TA (ausgeprägt plastische Tone) bedingen.

Böden der Gruppe TA sind gemäß ZTVE-StB nur ´bedingt´ für Bodenbehandlungen geeignet. Sie müssen ausreichend zerkleinert werden können, was bei sehr hohen Bodenkonsistenzen (halbfester Zustand) nicht ohne weiteres möglich ist.

Im Zuge der Errichtung von Probefeldern kann im weiteren Verlauf ggf. über eine Eignung des Verfahrens in der Maßnahme entschieden werden.

Bodenmechanische Anforderungen an ein Mineralgemisch zum Ausgleich von Massendefiziten (sog. V1-Material) / Geotextil: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich potenzieller Massendefizite unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus oder bis maximal 0,5 m unterhalb der Bodenplatten von Gebäuden eingesetzt werden.

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

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Die neue BBodSchV fordert darüber hinaus, dass der Anteil mineralischer Fremdstoffe 10 Vol.-% nicht überschreitet und diese bereits beim Anfall enthalten sein müssen. Störstoffe sind nur in unvermeidbaren/vernachlässigbarem Maße zulässig.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$  in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von  $E_{v2} > 70 - 80$  MPa gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen und der ausreichenden Homogenität bei den zu erwartenden erheblichen benötigten Einbaumassen abzustimmen.

Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist durch die Anlage von Probefeldern zu verifizieren (siehe oben – Errichtung von Probefeldern).

Umsetzung der Ersatzbaustoffverordnung im Vollzug und in der Praxis: Im Zuge der zum 01.08.2023 in Kraft tretenden Mantelverordnung erfolgt u.a. die Novellierung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) mit Stand vom 16.07.2021, die dann als 'BBodSchV neue Fassung' bzw. 'BBodSchV n.F.' geführt wird.

Die Regelungen zur Verwertung von Materialien unterscheiden dabei, neben anderen Fällen, zum einen das Auf- und Einbringen unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht, z.B. für den Massendefizitausgleich im Rahmen einer Baumaßnahme wie der vorliegenden. Dieser Fall fällt in den Anwendungsbereich der §§ 6 und 8 der 'neuen' BBodSchV.

Die Verwendung in technischen Bauwerken unterhalb oder außerhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht (des u.U. selben Materials) fällt hingegen in den Anwendungsbereich der EBV.

Aufgrund aktuell noch fehlender Erfahrungswerte kann seitens des IB KLEEGRÄFE keine Aussage dazu getroffen werden, ob das Zuweisen einzuhaltender technischer Eigenschaften für einen Massendefizitausgleich im Sinne der BBodSchV n.F. ausreichend für eine Betrachtung als 'technisches Bauwerk' im Sinne der EBV ist. Hier sollte nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE die Meinung der zuständigen Fachbehörde eingeholt werden.

In Kapitel 2.2 wurde ein Bemessungswasserstand für den Faktor Grundwasser im Sinne des HGW bei +374,6 m NHN abgeleitet. Unter Heranziehung eines Abstandes von 0,6 - 1,5 m zum g.g. Bemessungswasserstand ergibt sich eine Höhenkote von rund +375,2 m NHN bis +376,1 m NHN (0,1 - 1 m Mindestabstand je nach einzusetzendem MEB zzgl. 0,5 m pauschaler 'Sicherheitsabstand').

**Umsetzung der BBodSchV: Unter Berücksichtigung des vorsorgenden Grundwasserschutzes ist gemäß BBodSchV n.F. § 8 Absatz 2 ab dem Ausgangsgelände (Gelände nach Abzug Oberböden) bis zu den g.g Höhenkote von +375,2/+376,1 m NHN nur der Einbau von Bodenmaterial möglich, das die Vorsorgewerte nach Anlage 1 Tabelle 1 und 2 der neuen BBodSchV einhält oder nach Anlage 1 Tabelle 3 der Ersatzbaustoffverordnung als Bodenmaterial BM-0 (Bodenmatrix Sand) oder Baggergut BG-0 (Bodenmatrix Sand) klassifiziert wurde.**

Hierzu sei angemerkt, dass das im Rahmen der aktuellen Untersuchungen analysierte Bodenmaterial die o.g. Anforderungen, d.h. die Materialwerte für Bodenmaterial BM-0 (Bodenmatrix Sand) einhält.



**Umsetzung der EBV:** Die Grundwasserdeckschicht besteht in großen Teilen des Untersuchungsgebietes aus Kiesen, die den Bodengruppen GW, GE, GI, GU oder GT zugeordnet werden können. Insofern besteht die komplette Sickerstrecke aus der Hauptbodenart Kies. Die künstliche Herstellung einer andersartig beschaffenen Sickerstrecke ist in der Maßnahme auch nicht vorgesehen.

Auf diesen kiesigen Böden ist gemäß § 19 Abs. 8 der EBV der Einbau von MEBs nicht zulässig.

Hier ist folglich die Zulassung im Einzelfall gemäß § 21 Abs. 2 und/oder Abs. 3 EBV durch die zuständige Behörde notwendig.

Da länderspezifische Regelungen (siehe 'Länderöffnungsklausel' in Kapitel 3) ggf. vorrangig Gültigkeit haben, ist die diesbezügliche 'Reihenfolge' vordringlich mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Die Herstellung von mineralischen Ersatzbaustoffen erfordert nach aktuellem Stand der EBV zudem eine vollumfängliche Güteüberwachung, die je nach aufzubereitenden Stoffen aus einem Eignungsnachweis, der werkseigenen Produktionskontrolle und einer Fremdüberwachung besteht.

Aus aktuellen Projekterfahrungen aus Bayern sei weiterhin darauf hingewiesen, dass das zuständige Wasserwirtschaftsamt die Einschaltung eines Sachverständigen nach § 18 BBodSchG für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser fordern kann, um den Anforderungen des vorsorgenden Grundwasserschutzes unter Berücksichtigung der neuen BBodSchV und EBV gerecht zu werden.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte, zur Trennung vom teilweise **bindigen** Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial, vor dem Einbringen des Mineralgemisches (V1-Material) ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150$  g/m<sup>2</sup>, Stempeldurchdrückkraft  $F_{P, 5\%} \geq 1,5$  kN, Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit  $V_{IH 50} - 1,00^{-1}$  m/s.

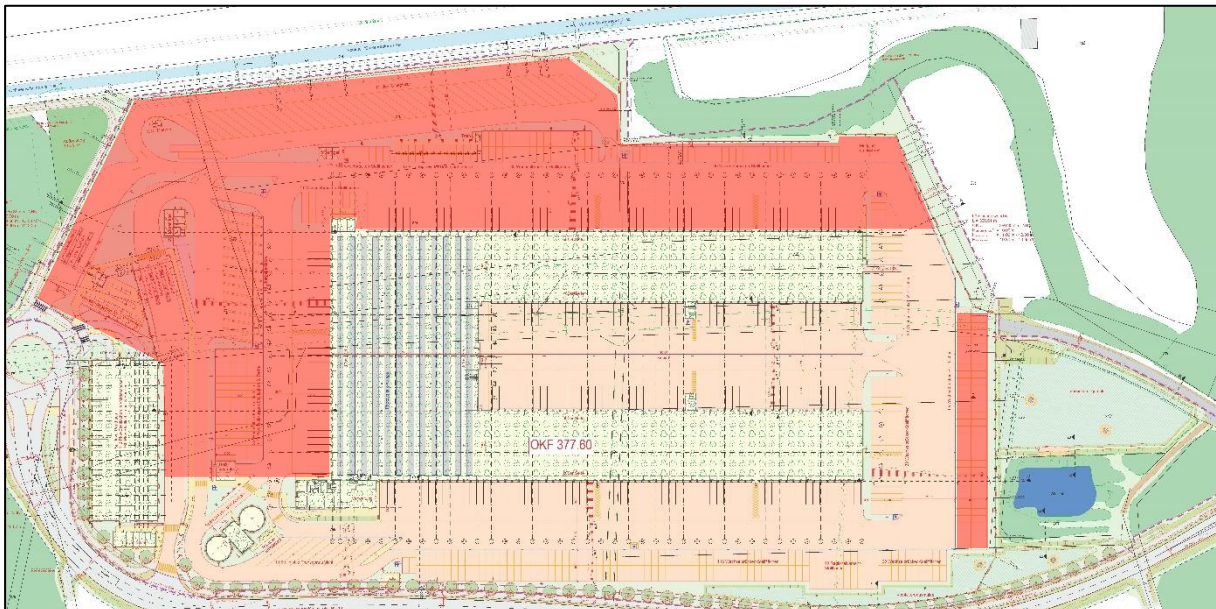
Die Überlappung der einzelnen Bahnen soll mindestens 50 cm betragen. Der seitliche Überstand soll auch nach Überschüttung am Böschungsfuß noch mindestens 50 cm betragen.

Das Geotextil ist dabei quer zur Längsachse der örtlichen Trasse zu verlegen und darf nach Verlegung nicht direkt befahren werden. Die Dicke der Überdeckung ist unter Berücksichtigung der Beanspruchung mit dem Hersteller des Geotextils abzustimmen.

Unabhängig von den g.g. Angaben ist die Prüfung der sogenannten 'Filterstabilität' zwischen V1-Material und überlagernden Mineralgemischen (Schotter/Kies-Sand), welche ggf. die Auflage zusätzlicher Geotextillagen sinnvoll erscheinen lassen können.

**Geogitter:** Zur langfristigen Sicherung wird aufgrund der der vorgefundenen Untergrundverhältnisse in Teilen des Untersuchungsgebietes der Einbau einer Lage Geogitter zwischen V1-Material und dem eigentlichen frostsicheren RStO-Aufbau angeraten (siehe Abbildung 6). Aufgrund der Verlegung von Sickerleitungen unterhalb der WB-Stellflächen fernab der 600er-Seite, sollte dort ebenfalls der flächige Einbau einer Geogitterlage vorgesehen werden.

Im in den übrigen hier beschriebenen Trassenabschnitten der Stell- und Bewegungsflächen sowie in Arealen mit Gebäudebau kann auf den Einbau eines Geogitters verzichtet werden.



**Abb.6:** Areal des geplanten Paketentrums

rote Signatur: Bereich mit Geogittereinbau zwischen V1/RStO-Aufbau (Vorschlag)

Eine mit Geogittern bewehrte Tragschicht bietet eine hohe Eigensteifigkeit und damit eine deutliche Reduzierung von Setzungsdifferenzen. Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass Setzungen durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichmäßig und lokale Senkungsbereiche (z.B. Bereiche mit erhöhten Organikgehalten und/oder geringen Konsistenzen) überbrückt werden.

Bei Verwendung eines klassifizierten Tragschichtmaterials kommt es zu einer Verzahnung des Korngerüstes mit der offenen Geogitterstruktur. Eine Auflockerung des Korngerüstes an der Unterseite des Tragschichtmaterials wird dadurch reduziert und der innere Reibungswinkel des Schüttgutes bleibt erhalten.

**Aufgrund der im Gesamtpaket notwendigen 'Bewehrung' der Tragschicht sowie der zu erwartenden (hohen) Verkehrsbelastung sollten knotensteife, gestreckte und monolithische Polypropylen-Geogitter mit Längs- und Quer-Höchstzugkräften von mindestens 30 kN/m ausgeschrieben werden. Die Maschenweiten sind auf das einzusetzende Größtkorn abzustimmen. Es ist die herstellereigene Verlegeanleitung zu beachten.**

Für eine Befahrung und die Durchführung von Verdichtungsprüfungen ist in der Regel eine Überschüttung einer Geogitterlage von ca. 20-30 cm notwendig.

Hinweise zur Kranaufstellung: Es ist davon auszugehen, dass für die Errichtung der Gebäude die Aufstellung mehrerer Baukräne erforderlich ist. Zu Art und Größe dieser Kräne liegen dem IB KLEEGRÄFE keine Angaben vor. Die Anforderungen der Kranaufsteller an die Tragfähigkeit des Untergrundes sind zu beachten. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass je nach Aufstellort ggf. untergrundverbessernde Maßnahmen für den sicheren Lastabtrag der Krantatzen erforderlich werden können.

In Bereichen mit tiefgründig anstehenden Lehmböden (z.B. Umfeld Kläranlage, siehe Kapitel 5.6) kann der Einbau von angepassten Schotterpolster erforderlich werden. An anderen Stellen können dagegen herkömmliche oder tiefergeführte Fundamente sinnvoll sein, während in Bereichen mit unmittelbar ab Geländeoberkante anstehenden, dicht gelagerten Kiesen in Verbindung mit örtlichen Anschüttungsmaßnahmen u.U. keinerlei Baugrundverbesserungen nötig werden (v.a. südöstlicher und südlicher Teil des Untersuchungsgebietes).

Anmerkung zu Energiepfählen: Gemäß der Standortauskunft des UmweltAtlas Bayern-Portals sind Erdwärmesondenanlagen, so denen hier vereinfachend auch die sog. 'Energiepfähle' gezählt werden, nach derzeitigem Kenntnisstand möglich, bedürfen jedoch einer **Einzelfallprüfung** durch die Fachbegörde.

Bis in eine Tiefe von 20 m unter GOK gibt das o.g. Portal mittlere Wärmeleitfähigkeiten von  $> 2,0 - 2,2 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$  an, was absolut gesehen mäßig hohen Wärmeleitfähigkeiten entspricht.

## 5.2 Errichtung Lärmschutzwände

Es wird aktuell die Errichtung mehrerer Lärmschutzwände (LSW) vorgesehen.

Lärmschutz- wand	geplante Länge	geplante Höhe Konstruktion	Oberkante LSW	ca. Lage
LSW 1	65,00 m	10,5 m	385,35 m NHN	nordwestlich Kreisel
LSW 2	176,29 m	9,5 – 10,5 m	385,35 m NHN	NW-Ecke PZ-Gelände
LSW 3	81,46 m	11,5 m	387,45 m NHN	westlich Pkw-Parkhaus
LSW 4*	36,33 m	10,6 m	387,45 m NHN	nördlich Pkw-Parkhaus
LSW 5	51,00 m	7,5 m	384,35 m NHN	westlich Lkw-Einfahrt
LSW 6	366,61 m	11,0 – 12,0 m	386,35 m NHN	Ostseite und SO-Ecke PZ-Gelände

**Tabelle 19:** Lage und Umfang der geplanten Lärmschutzwände; \* = Parkhausfassade

Im Rastermaß der Stützen von zumeist 5,00 m werden nach statischer Vorgabe Bohrpfähle oder ähnliche pfahlartige Tragglieder in den Untergrund einzubringen sein. Für die als Fassade des Parkhauses auszuführende Lärmschutzwand LSW 4 wird keine Gründung im eigentlichen Sinne erforderlich, weshalb hierzu keine weiteren Hinweisgebungen erfolgen.

**Für die in sehr geringem Abstand westlich des Parkhauses geplante LSW 3 werden Abstimmungsgespräche u.a. hinsichtlich des zeitlichen Ablaufes, der Platzierung von Pfählen und Fundamenten und ggf. der Berücksichtigung seitlicher Lasteinträge angeraten.**

Auf die Pfähle wird dann ein Betonsockel aufgesetzt. Dies stellt die Schnittstelle zwischen spezialtiefbautechnischer Einbringung der Pfähle und 'herkömmlichem' Betonbau dar. Darauf werden typischerweise Aluminiumpanele der eigentlichen Lärmschutzwand bis zu der in Tabelle 19 genannten Gesamtsystemhöhe errichtet.

Die statische Bemessung der Gründung erfolgt in erster Linie gegen die auftretenden Windlasten. Die Komponente 'Eigengewicht' der LSW hat hier nur geringen Einfluss. Eine entsprechende (Vor-)Statik liegt dem IB KLEEGRÄFE nicht vor.

Ablehnung Flachgründung: Die Windlasten können über herkömmliche Flachgründungen vermutlich nicht im ausreichenden Maße schadensfrei eingeleitet werden. Bei den gegebenen Rahmenbedingungen mit teilweise weniger gut tragfähigen oberflächennahe Böden – insbesondere im westlichen Teil des Areals, wo die Mehrzahl der LSW geplant wird – wird von einer Flachgründung über Streifen- oder Einzelfundamente abgeraten, da die deutliche Gefahr eines Grundbruches existiert.



Ablehnung Rammpfähle/Rüttelverfahren: Die im Nahbereich nördlich des Grundstücks verlaufende Bahntrasse und die vorhandenen Leitungen werden grundsätzlich als erschütterungsempfindlich angesehen.

Zudem ist davon auszugehen, dass die anstehenden (groben) Terrassenschotter nicht ohne zusätzlichen technischen Aufwand von den g.g. Verfahren durchörtert werden können (daher keine Betrachtung, keine Ausweisung eigener Homogenbereiche).

Die Ausführung (großkalibriger) schlagender, rammender oder vibrierender Verfahrung zur Einbringung von Pfählen bzw. pfahlartigen Traggliedern wird daher von Seiten des IB KLEEGRÄFE als überaus kritisch angesehen und zum aktuellen Kenntnisstand abgelehnt.

Der AN favorisiert aus vorgenannten Gründen eindeutig 'schonende' Bohrverfahren (z.B. Bohrpfahlgründung), da hierdurch keine potenziell schädigenden Schwingungen in den Untergrund abgegeben werden.

Anmerkung duktile Rammpfähle / Mikro-Verpresspfähle: Bei Mikro-Verpresspfählen darf und bei (kleinkalibrigen) duktilen Rammpfählen kann aufgrund der Rahmenbedingungen kein Spitzendruck angesetzt werden. Daher müssen außenseitige Verpressungen eingerechnet werden ('betonverpresste Mantelreibungspfähle'). Die Verpressungen erhöhen den Aufwand deutlich. Des Weiteren können Einzelpfähle genannter Pfahlsysteme systembedingt keine Horizontallasten aufnehmen. Die 'innere Tragfähigkeit' lässt dies nicht zu. Bei betreffender Maßnahme überwiegen jedoch die H-Lasten (hier: Windlasten). Im diesem Fall wird bei genannten Systemen ein sog. 'Pfahlbock' (bei Einzelfundamenten: mind. 3 Einzelpfähle) oder einen sog. 'Pfahlstrauß' notwendig. Hierdurch können H-Lasten bis zu einem gewissen Grad abgeleitet werden.

Infolge der hohen Anzahl an benötigten Pfählen geht i.d.R. der ursprüngliche Kostenvorteil gegenüber herkömmlichen Ortbeton-Bohrpfählen sehr wahrscheinlich verloren. Entsprechende Verfahren werden daher nachfolgend ebenfalls nicht betrachtet.

Boden- und Grundwasserverhältnisse: Die UK Betonsockel und der oberflächennahe Teil der Pfähle wird bereichsweise in unterschiedlichen Restmächtigkeiten bindiger Geogenböden zu liegen kommen.

Der tieferliegende durch die Rammkernsondierungen aufgeschlossene Geogenboden wird von mehrheitlich dicht gelagerten, nicht bindigen Fluvialtkiesen gebildet.



Grundwasser bzw. ´zusammenhängende Untergrundfeuchte´ wird auf Grundlage der Verhältnisse im Zeitraum der Untersuchungen im Mittel bei ca. 1,82 m u.GOK bzw. +373,19 m NHN angetroffen. Bemessungswasserstand Grundwasser: 0,6 m unter aktueller GOK; Bemessungswasserstand Stauwasser: aktuelle GOK.

Gründungsvorschlag: Zwecks schadensfreier Ableitung der anfallenden Lasten (überwiegend Windlasten) schlägt der AN Tiefgründungen über Bohrpfähle vor.

Gründungsvorschlag verrohrte und bewerte Ortbeton-Großbohrpfähle (gem. DIN EN 1536: 2010-12 / EN 1536: 2010 D): Vorgeschlagen wird die Gründung über klassische Ortbeton-Bohrpfähle. Diese sollten verrohrt mit Bewehrung hergestellt werden. Der Lastabtrag erfolgt über die Mantelreibung und den Spitzendruck.

### **Maßnahmenvorschläge:**

Erkundung Kampfmittel: Eine bestätigte Kampfmittelfreiheit ist eine Grundvoraussetzung für die Zulässigkeit/Durchführbarkeit der Einbringung pfahlartiger Tragglieder.

Die Bohrlöcher der Kampfmittelerkundungen sind im Anschluss an die Freimessung derart zu verschließen, dass eine negative Wechselwirkung mit dem späteren Einbringungsverfahren ausgeschlossen ist.

Herstellerforderungen: Potenziellen Pfahlaufstellern sind vor Angebotsabgabe alle LSW-Herstellerforderungen zu überreichen. Für die Einhaltung der Herstellerforderungen ist alleinig der Pfahlaufsteller verantwortlich.

Voraussetzungen für Spezialtiefbauer: Im Folgenden wird eine „Checkliste“ – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – für die spezialtiefbautechnische Errichtung der Bohrpfähle angegeben:

- Verkehrsicherung / Baustellensicherung
- ausreichende Einrichtungsfläche, (ggf. *abschließbarer* Lagerplatz; auch: *stand-sichere* Material-Stellfläche)
- teilweise: Erdarbeiten bauseits
- Herstellung einer mit Schwergewicht befahrbare Arbeitsebene
- freie Arbeitshöhe
- Wasser- und Stromanschlüsse (Baustrom, Kraftstrom, Bauwasser, etc.)
- Kabelpläne, Leitungsfreiheit, Ver-/Umlegen von Leitungen oder Stilllegung, etc.
- bescheinigte Kampfmittelfreiheit der Bohransatzpunkte

- schriftliche Freigabe, ggf. Freigabe vom Prüfsachverständigen
- Beseitigung von Verunreinigungen/Kontaminationen (auch diesbezügliche Arbeitsschutzmaßnahmen)
- Beseitigung von Bohr-/Verdrängungsgut, Überschussbeton, Abkapp-Beton, etc.
- ggf. Kappen von Bohrpfahl-Köpfen
- Nachverdichtung / Begradigung der AE-Flächen nach Spezialtiefbauer-Arbeiten
- ggf. Beweissicherungsverfahren bauseits
- ggf. Entfernung von Hindernissen
- ggf. Bohren in hindernisfreien Böden
- ggf. Einmessen und Markieren der Bohrpfahl-Ansatzpunkte (lage- u. höhenmäßig)

Arbeitsebene Bohrpfahleinbringung: Für die Einbringung der Bohrpfähle wird zunächst die Entfernung des vorhandenen Bodens und eine vorab zu errichtende Schotteranschüttung notwendig, um bauzeitlich eine ebene und ausreichend tragfähige Arbeitsplattform

Hierzu ist der Mutterboden abzuziehen und sämtliches Wurzelwerk aus dem Trassenbereich vollständig zu entfernen. Ergänzend ist eine insgesamt vermutlich mindestens 60 cm starke Mineralgemischlage mit entsprechendem Überstand in der Fahrtrasse des einzusetzenden Großbohrgerätes einzubauen (Einzellagen nicht mächtiger als 30 cm beim Einbau).

Die konkrete Mächtigkeit und u.U. nachzuweisende Verformungsmoduln ist in Abstimmung mit dem AN-seits zum Einsatz vorgesehenen Gerät abzustimmen. Der o.g. Aufbau ist erfahrungsgemäß in der Lage Verformungsmoduln von  $E_{v2} \sim 80 - 100$  MPa sicherzustellen. Höhere Verformungsmoduln erfordern einen verstärkten Aufbau. Gleiches gilt für die genaue Höhenlage des Mineralgemisches, da hierüber die Bohrungslängen anzupassen sind (ggf. als 'Leerbohrungen').

Die konkreten Maßnahmen sollten letztlich mit der pfahleinbringenden Firma detailabgestimmt werden.

Beweissicherungsverfahren: Der Zeitpunkt der Pfahleinbringung im Gesamtverlauf der Maßnahme ist dem IB KLEEGRÄFE nicht bekannt. Im Hinblick auf den Schutz der vorhandenen Infrastruktur (Kanal, Eisenbahntrasse, sonstige Wege, Ver-/Entsorgungsleitungen, schon errichtete Gebäude, etc.) raten die Unterzeichner als vorbeugende Maßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens vor Beginn der Spezialtiefbauarbeiten an. Unter Mitwirkung aller Beteiligten sollten die Zustände der vorhandenen Bauwerke im unmittelbaren Nahbereich der Neubaumaßnahme festgestellt und dokumentiert werden (siehe DIN EN ISO 18674-1).

Wasserhaltung: Eine Grundwasserabsenkung wird bei der Errichtung der Bohrpfähle nicht erforderlich. Im Zuge der Erdarbeiten anfallendes Tag-/Stauwasser kann über eine vorzuhaltende 'offene Wasserhaltung' abgeführt werden.

Böschchen / Verbau: Bei einer Tiefgründung wird keine Verbausicherung notwendig.

Auftrags-/Ersatzmaterial: Als Auftragsmaterial bzw. Ersatzmaterial für den Bodenaustausch (Herstellung Arbeitsplanum) sollte ein gütegeprüftes Mineralgemisch verwendet werden, welches ordnungsgemäß eingebracht und verdichtet werden muss (Verdichtungsgrad: 100 % der einfachen Proctordichte). Das Mineralgemisch darf auf keinem Fall aus schrumpf- oder quellfähigem Material (z.B. Anhydrit) bestehen.

Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuellste Fassung) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100\%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ).

Ordnungsgemäße Beseitigung des 'Verdrängungswassers': Bei Erstellung der Bohrpfähle wird bei Eingabe des Betons das im verrohrten Bereich angefallene Grundwasser nach oben aus der Verrohrung verdrängt.

Vermutlich weist dieses Wasser eine 'Verschmutzung' mit Zementsuspension etc. auf. Daher muss der Tiefbauer / Pfahlaufsteller geeignete Maßnahmen ergreifen, um dieses Wasser vollständig aufzufangen und fachgerecht zu entsorgen (z.B. Einleitung in bereitgestellte Container und Reinigung durch Absatz). Vor Einleitung in einen Graben/Kanal oder ein offenes Gewässer oder in den städtischen Kanal ist die fachbehördliche Erlaubnis einzuholen.

Frostsicherheit: Alle Gründungselemente müssen frostsicher, d.h. mind. 1,0 m einbinden, was bei einer Tiefgründung der Fall ist. Die Plattenelemente zwischen den Stützen sollten mit einem frostsicheren, verdichtungsfähigen Mineralgemisch (Verdichtbarkeitsklasse V1; Frostempfindlichkeitsklasse F1) abgedeckt werden.

Bohrpfahlgründung: Aufgrund der o.g. Punkte wird vom AN eine Gründung über Bohrpfähle in ausreichend tragfähige Böden favorisiert. Bei einer Pfahlgründung erfolgt der Lastabtrag über die Pfahlspitze und die Mantelreibung. Dem IB KLEEGRÄFE liegen keine planerischen Angaben über anfallende Vertikal-/Horizontallasten vor.

Die Pfähle sollten gem. EA-Pfähle mindestens 2,5 m in die dicht gelagerten Fluviatilkieste einbinden. Diese stehen überwiegend in erheblichen, untergrundprägenden Mächtigkeiten an und konnten bis zur maximal erreichten Bohrendteufe von 8,0 m u.GOK nachgewiesen werden.

Eine Anwendung der entsprechenden Tabellenwerte der EA-Pfähle ist auf Grundlage der ermittelten Rahmenbedingungen größtenteils zulässig. Ausnahmen werden entsprechend kommentiert.

In einem ersten Schritt muss durch statische Berechnungen die ausreichende Einbindetiefe der Bohrpfähle ermittelt werden. Die notwendigen Pfahllängen werden somit durch den Statiker ermittelt.

Ausführung / Probelastung: Die Kontrolle der Ausführung muss mit der Projektspezifikation sowie EN 1997-1, EN 13670 und DIN EN 1536: 2010 entsprechen. Es wird die Durchführung von Probelastungen nach EN 1997-1 an Probepfählen angeraten. Der Prüfbericht muss g.g. Norm entsprechen.

Zuordnung von Steifigkeitswerten: Die Angabe des horizontalen Bettungsmoduls  $k_s$  erfolgt für einen angenommenen Pfahldurchmesser von  $D_s = 0,6 - 0,8$  m und bezogen auf die vorliegende Geländeoberkante. Bei Pfahldurchmessern  $D_s > 1,0$  m darf mit  $D_s = 1,0$  m gerechnet werden (mit  $k_s = E_s/d$ ). Der Anwendungsbereich dieser vereinfachten Annahmen ist auf eine rechnerische Horizontalverschiebung von max. ca. 2 cm oder  $0,03 \times D_s$  beschränkt. Die zugehörigen Steifeziffern  $E_s$  sind den Tabellen 16a und 16b zu entnehmen.

**Die nachfolgenden Angaben der Tabellen 20a bis 20e sind als 'charakteristische Mittelwerte' zu verstehen und gelten für Einzelpfähle. Eine Gruppenwirkung wird nicht berücksichtigt.**

Einheit	gemittelte Höhenlage m u.GOK / m NHN)	Bruchwert der Mantel- reibung $q_{s,k}$	Horizontale Bettung $k_{s,k}$ in MN/m <sup>3</sup>			Pfahlspitzen- Druck $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>
			Ø Pfahl (cm)			
			60	70	80	
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,2 m u.GOK / bis ca. +374,4 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Schluff und Sand (weich / locker)	bis ca. 5,0 m u.GOK / bis ca. +370,6 m NHN	10 kN/m <sup>2</sup>	5	4	3	-
Fluviatilkies (+/- dicht)	ab ca. 5,0 m u.GOK / ab ca. +370,6 m NHN	120 kN/m <sup>2</sup>	100	80	70	s/ $D_{s0,02}$ : 1,0
						s/ $D_{s0,03}$ : 1,5
						s/ $D_{s0,10}$ : 3,0

**Tabelle 20a: LSW 1 - orientierende Kenndaten Bohrpfähle (Annahme  $d = 0,6 - 0,8$  m)**

Einheit	gemittelte Höhenlage m u.GOK / m NHN)	Bruchwert der Mantel- reibung $q_{s,k}$	Horizontale Bettung $k_{s,k}$ in MN/m <sup>3</sup>			Pfählsitzen- Druck $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>
			Ø Pfahl (cm)			
			60	70	80	
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +374,0 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Schluff und Sand (weich / locker)	bis ca. 4,0 m u.GOK / bis ca. +371,0 m NHN	10 kN/m <sup>2</sup>	5	4	3	-
Fluviatilkies (+/- dicht)	bis ca. 8,0 m u.GOK / bis ca. +367 m NHN	120 kN/m <sup>2</sup>	100	80	70	s/Ds <sub>0,02</sub> : 1,0
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 1,5
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 3,0
Fluviatilschluff (steif-halbfest)	ab ca. 8,0 m u.GOK / ab ca. +367 m NHN	60 kN/m <sup>2</sup>	25	21	18	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,6
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 0,8
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 1,2

**Tabelle 20b: LSW 2 - orientierende Kenndaten Bohrpfähle (Annahme d = 0,6 – 0,8 m)**

Einheit	gemittelte Höhenlage m u.GOK / m NHN)	Bruchwert der Mantel- reibung $q_{s,k}$	Horizontale Bettung $k_{s,k}$ in MN/m <sup>3</sup>			Pfählsitzen- Druck $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>
			Ø Pfahl (cm)			
			60	70	80	
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +374,2 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Fluviatilschluff (+/- steif)	bis ca. 2,0 m u.GOK / bis ca. +373,2 m NHN	50 kN/m <sup>2</sup>	15	13	12	-
Fluviatilkies (mitteld.-dicht)	ab ca. 2,0 m u.GOK / ab ca. +373,2 m NHN	90 kN/m <sup>2</sup>	55	50	45	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,8
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 1,2
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 2,5

**Tabelle 20c: LSW 3 - orientierende Kenndaten Bohrpfähle (Annahme d = 0,6 – 0,8 m)**

Einheit	gemittelte Höhenlage m u.GOK / m NHN)	Bruchwert der Mantel- reibung $q_{s,k}$	Horizontale Bettung $k_{s,k}$ in MN/m <sup>3</sup>			Pfahlspitzen- Druck $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>
			Ø Pfahl (cm)			
			60	70	80	
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +374,2 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Fluviatilschluff (weich-breiig)	bis ca. 3,0 m u.GOK / bis ca. +371,2 m NHN	0 kN/m <sup>2</sup>	4	3	2	-
Fluviatilkies (mitteld.-dicht)	ab ca. 3,0 m u.GOK / ab ca. +371,2 m NHN	90 kN/m <sup>2</sup>	55	50	45	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,8
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 1,2
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 2,5

**Tabelle 20d: LSW 5 - orientierende Kenndaten Bohrpfähle (Annahme d = 0,6 – 0,8 m)**



Einheit	gemittelte Höhenlage m u.GOK / m NHN)	Bruchwert der Mantel- reibung $q_{s,k}$	Horizontale Bettung $k_{s,k}$ in MN/m <sup>3</sup>			Pfehlspitzen- Druck $q_{b,k}$ in MN/m <sup>2</sup>
			Ø Pfahl (cm)			
			60	70	80	
<b>Umfeld BS B19/20</b>						
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +373,8 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Fluviatilschluff (weich-breiig)	bis ca. 5,0 m u.GOK / bis ca. +369,8 m NHN	0 kN/m <sup>2</sup>	4	3	2	-
Fluviatilkies (mitteld.-dicht)	ab ca. 5,0 m u.GOK / ab ca. +369,8 m NHN	90 kN/m <sup>2</sup>	55	50	45	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,8
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 1,2
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 2,5
<b>Umfeld BS B35/36</b>						
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +373,8 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Fluviatilkies (+/- locker)*	ab ca. 5,0 m u.GOK / ab ca. +369,8 m NHN	35 kN/m <sup>2</sup>	40	35	30	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,25
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 0,40
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 0,80
<b>Umfeld BS B55/66/80/112/113/123/124/125</b>						
mögl. Schotterpolster (+/- dicht)	bis ca. 1,0 m u.GOK / bis ca. +374,0 m NHN	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Fluviatilkies (+/- sehr dicht)	bis ca. 3,0 m u.GOK / bis ca. +372,0 m NHN	125 kN/m <sup>2</sup>	100	80	70	s/Ds <sub>0,02</sub> : 2,0
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 2,5
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 4,0
Fluviatilkies (mitteld.-dicht)	ab ca. 3,0 m u.GOK / ab ca. +372,0 m NHN	90 kN/m <sup>2</sup>	55	50	45	s/Ds <sub>0,02</sub> : 0,8
						s/Ds <sub>0,03</sub> : 1,2
						s/Ds <sub>0,10</sub> : 2,5

**Tabelle 20e: LSW 6 - orientierende Kenndaten Bohrpfähle (Annahme d = 0,6 – 0,8 m)**

\* = Abminderung der Erfahrungswerte gem. EA Pfähle

Alternative Bemessung nach M EBGs-Lsw: Für die Bemessung können alternativ die charakteristischen Werte für Bodenkenngrößen des Anhangs B des M EBGs-Lsw herangezogen werden.

Hierfür können analog zu den Tabellen 20a -20e für zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkieste und Fluviatilsande die Kenndaten für einen Boden A in Ansatz genommen werden. Im Bereich zumindest steif konsistenter bindiger Böden können entsprechend die Kenndaten für einen Boden D angesetzt werden.

Böden, welche die Anforderungen für eine Berücksichtigung nicht erfüllen sind durch entsprechende Mehrlängen in anderen Schichten auszugleichen.

Ingenieurgeologische Abnahmen: Sehr wichtig ist die ingenieurgeologische Bohrgutabnahme bei den Pfahlbohrungen zwecks Festlegung der ausreichenden Einbindetiefe. Die rechnerisch notwendige Pfahllänge ist von einem Statiker festzulegen, wobei auf die ingenieurgeologische Abnahme hingewiesen wird. Die endgültigen Pfahllängen können somit erst bei der Bohrgutabnahme festgelegt werden.

Aufstau/Sücnkung des Grundwassers: Mit Hilfe des Programms GGU-3D-SSFlow zur Berechnung von stationären Grundwasserströmungen in dreidimensionalen Grundwassersystemen nach der Finiten-Element-Methode wurde untersucht, ob und falls ja, in welchem Umfang einzubringende Bohrpfähle einen Einfluss auf die Grundwasserströmung ausüben.

Exemplarisch wird hierbei von den in den Tabellen 20a-e genannten Pfählen mit dem größten angenommenen Durchmesser von 0,8 m ausgegangen. Andere Pfahldurchmesser können bei Bedarf jederzeit nachgereicht werden.

Es ist hierbei zu unterscheiden in einen 'Aufstau' entgegen der Grundwasserfließrichtung ('vor' dem Bohrpfahl) und einem 'Absinken' in Grundwasserfließrichtung ('hinter' dem Bohrpfahl).

In diesem Zusammenhang sollte eine Aussage getroffen werden, inwieweit die empfohlenen spezialtiefbautechnischen Maßnahmen einen Einfluss auf die vorherrschenden Strömungsbedingungen und die natürlichen, nicht durch bauzeitliche Maßnahmen beeinflusste, Wasserstände ausüben.

Relevant hierbei ist die Tatsache, dass basierend auf den bislang vorliegenden Geländedaten nur ein sehr geringes Potenzialgefälle innerhalb des Untersuchungsgebietes vorliegt. So liegt über eine horizontale Entfernung von fast 300 m zwischen den Messstellen GWM B119 und GWM B21 und damit in bevorzugter Fließrichtung des Grundwassers, ein vertikaler Höhenunterschied von gerade einmal 0,4 m vor (Stichtag 16.02.2023).

Folglich ist die Grundwasseroberfläche (rechnerisch) nur mit etwa 1,33 Promille geneigt, was in entsprechend geringen theoretischen Strömungsgeschwindigkeiten resultiert. Bezogen auf die jüngst am 30.08.2023 ermittelten Verhältnisse fällt das Potenzialgefälle mit ca. 1 Promille nochmals geringer aus.

Es wurden stark vereinfachend die nachfolgend beschriebenen Fälle untersucht, wobei klar darauf hinzuweisen ist, dass aufgrund der punktuellen Aufschlüsse weitere Extremfälle möglich sind.

Fall 1: Bohrpfahl bindet in bindige Böden ein (Schluff:  $k_f$ -Wert:  $1 \times 10^{-7}$  m/s).

Fall 2: Bohrpfahl bindet in nicht bindige Böden ein (Kies:  $k_f$ -Wert:  $1 \times 10^{-4}$  m/s).

Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 21 zusammenfassend aufgeführt.

Situation	Aufstau (Reichweite)	Absinken (Reichweite)	rechnerische Sicker­geschwindigkeit $v_s$
Fall 1	<< + 1 cm (< 1 m)	<< - 1 cm (< 1 m)	< $1 \times 10^{-6}$ m/s
Fall 2	<< + 1 cm (< 1 m)	<< - 1 cm (< 1 m)	< $6 \times 10^{-9}$ m/s

**Tabelle 21:** Übersicht zum Aufstau/Absinken von Grundwasser vor/hinter Pfählen

Es kann festgehalten werden, dass ein Einfluss eingebrachter Pfähle allenfalls rechnerisch belegbar und die absolute Größenordnung der Auswirkung ´extern klein´ ist, im Vergleich zum ohnehin vorhandenen Grundwasser-Schwankungspotenzial. Bereits unmittelbar hinter dem ´Hindernis´ ist keine Beeinflussung des Strömungsregimes mehr rechnerisch belegbar.

Es ist an dieser Stelle auch auf die rechnerisch ermittelten Sicker­geschwindigkeit innerhalb der Böden hinzuweisen, die mindestens zwei Zehnerpotenzen, also mehr als der Faktor 100, unter denen der angesetzten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen. Entsprechend ´träge´ bewegt sich das Grundwasser entlang des Potenzialgefälles.

Begründung: Die Lärmschutzwände sollen nach Auskunft des Planers eine Begrünung erhalten. Zur Bewässerung soll Brauchwasser aus einem Zisternensystem dienen (siehe Kapitel 5.9).

### 5.3 Errichtung Parkhaus

Planung: Es soll im westlichen Teil des Geländes ein sog. Split-Level Parkhaus errichtet werden. Das Parkhaus soll drei Vollgeschosse mit jeweils 112 Pkw-Stellflächen und innenliegenden 'Auffahrampen' erhalten. Das unterste Geschoss wird dabei typischerweise als pflasterversiegelte 'Verkehrsfläche' errichtet, weshalb dort die Hinweisgebungen für den Wegebau (siehe Kapitel 5.3.2) heranzuziehen sind.

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen ([U11] – Schnitt H-H) wird die Oberkante Fahrbahn (OKF) des untersten Parkebene ('Ebene 0') bei +376,85 m NHN vorgesehen, die vereinfachend mit der örtlichen GOK an der Westseite des Parkhauses gleichgesetzt wird. In der Frosteinwirkungszone II ist damit eine frostfreie Gründung prinzipiell unterhalb von +375,85 m NHN möglich (= 1 m u.GOK).

**Gegenüber den Annahmen aus [V2] wurde das Plangebäude damit deutlich angehoben.**

Maßgeblich sind die Untergrundverhältnisse der Bohrungen B57, B58, B68, B70, B84 und B89 der aktuellen Geländekampagne.

Es wird davon ausgegangen, dass zunächst die Lärmschutzwand LSW 3 errichtet und im Anschluss der Parkhaus gebaut wird. Seitliche lasteinträge in die Pfahlgründung der LSW 3 sind zu vermeiden oder statisch bei der Dimensionierung der Pfähle zu berücksichtigen.

Relevante Gründungshöhen:

<b>OK Fahrbahn unterste Ebene (= +/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,85 m NHN</b>
<b>angrenzende zukünftige GOK</b>	<b>= +376,85 m NHN</b>
<b>UK RStO-Aufbau</b>	<b>= +376,30 m NHN (OKF - 0,55 m)</b>
<b>UK Fundamente (frostfrei)</b>	<b>= +375,85 m NHN (GOK - 1,00 m)</b>
<b>mittlere GOK (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +375,38 m NHN (OKF - 1,47 m)</b>
<b>mittlere GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +375,06 m NHN (OKF - 1,79 m)</b>
<b>Grundwasser (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +373,19 m NHN (OKF - 3,66 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,6 m unter aktueller GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Bodenverhältnisse (Fundamentbereich): Auf dem frostsicheren Fundament-Gründungsniveau bei mindestens 1,0 m unter zukünftiger GOK wird ein teils deutliches Massendefizit ab Oberkante Erdplanum bis zur Unterkante Fundament vorliegen, welches vorab auszugleichen ist. Unterhalb folgen jeweils +/- dicht gelagerte, in der Regel gering verlehnte Fluviatilkiese, die einen gut tragfähigen Baugrund darstellen und bevorzugt zur Gründung herangezogen werden sollten. Lokal können

Restmächtigkeiten aufgeweichter Füll- oder Fluvialtschluffe vorliegen, die keine Gründungseignung aufweisen und ausgetauscht werden sollten.

Grundwasser wurde mit gemittelt +373,19 m NHN erst deutlich unterhalb des g.g. Fundament-Gründungsniveaus angetroffen. Eine Grundwasserbeeinflussung der Fundamente kann auch bei Vorlage des HGW ausgeschlossen werden. In Abhängigkeit der gewählten/zugelassenen Materialien zum Massendefizit ausgleich kann eine Stauwasserbeeinflussung nicht ausgeschlossen werden. Dies ist bei den Expositionsklassen entsprechend zu berücksichtigen.

Beurteilung: Oberflächennah ggf. anstehende weich konsistente bindige Böden und potenzielle Auflockerungen der Kiese stellen einen verbesserungsbedürftigen Baugrund dar. Die unterlagernden zumindest mitteldicht gelagerte Fluvialtkiese oder vergleichbar hergestellte Füllböden eines Massendefizit ausgleichs werden als ausreichend tragfähig und gründungsg geeignet eingestuft.

Vorschlag Bauweise: Sinnvoll ist eine Gründung über Einzelfundamente. Nach Abschieben der Oberböden sind örtlich vorhandene Aufweichungen bindiger Böden zu entfernen. Dies bedingt örtlich einen gewissen Mehraushub. Das hierdurch entstehende Massendefizit sowie das höhenplanungsbedingte vorliegende 'Sowieso-Massendefizit' sind im Anschluss lagenweise und qualifiziert auszugleichen. Die Fundamente können dann innerhalb des Massendefizit ausgleichs gegründet werden. Bedingt durch die Aufhöhungsarbeiten werden geogene Böden nicht unmittelbar für die Gründung heranzuziehen sein. Der Verkehrsbereich sollte nach RStO errichtet werden.

Vorschlag Arbeitsablauf / Vorgehensweise:

- 1) Klärung der Errichtung der örtlich geplanten LSW 3 und 4.
- 2) Abzug der 'Mutterböden' im Baufeldbereich.
- 3) Entfernung von Aufweichungen im Erdplanum.
- 4) Ausgleich von Massendefiziten.
- 5) Aushub der Fundamentgruben/-gräben und Errichtung der Fundamente.
- 6) Nach Aufstellung der Stützen Einhängung der Wandscheiben.
- 7) Einbau RStO-Oberbau und übriger Hochbau.

'Mutterböden' / organische Böden: Die 'Mutterböden' müssen vollständig aufgenommen werden. Potenzielle sonstige organische Böden und Aufweichungen auf Aushubniveau sind ebenfalls vollständig zu entfernen. Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle (im Rahmen einer Baufeldabnahme) des Erdplanums auf organische und aufgeweichte bindige (Füll-)Böden sowie deren vollständige Entfernung.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mittels Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Einbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Potenzieller Schluff auf Aushubniveau darf nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollten ausschließlich Bagger auf Schotter/Kies-Sand, o.ä. innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch ein zugelassenes Mineralgemisch zu ersetzen.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht in für die Errichtung relevanten Tiefen angetroffen werden. Bei den im Untersuchungszeitraum vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer offenen Wasserhaltung ausreichend sein.

Dies gilt auch für die örtliche Entfernung von Aufweichungen, wie sie im Umfeld der Bohrung B57 bis etwa 1,4 m u.GOK (= ca. +374,60 m NHN) erforderlich werden können.

Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass zum Zeitpunkt der Ausführung ungünstigere Grundwasserverhältnisse vorliegen, kann zum aktuellen Kenntnisstand die Notwendigkeit zum Einsatz einer ‘verstärkt offenen’ oder im ungünstigsten Fall einer ‘geschlossenen’ Wasserhaltung nicht ausgeschlossen werden, weshalb diese Systeme in einer Ausschreibung mit abgefragt werden sollten.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die jeweiligen Fundamentgruben/-gräben weisen weitgehend eine kurzzeitige Standsicherheit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten schwach geböscht werden.

Wassergesättigte Böden müssen über einen Normverbau gesichert werden. Entwässerte Böden in einer mind. weichen Konsistenz können bauzeitlich unter **max.  $\beta = 45^\circ$**  geböscht werden. Stehen bindige Böden in nachweislich mindestens steifer Konsistenz an, so können diese bauzeitlich unter **max.  $\beta = 60^\circ$**  geböscht werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Konsistenzstufungen ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.



### 5.3.1 Errichtung von Einzelfundamenten

Vorgeschlagen wird die Gründung über Einzelfundamente. Vorgeschlagen wird eine **durchgängige Gründung auf den qualifiziert eingebauten Materialien des Massendefizitausgleichs (Herstellung siehe Kapitel 5.1)**.

Angeratene Gründungsmaßnahmen:

- Die Einzelfundamentgruben sollten mittels Bagger geschaffen werden.
- Auf dem frostsicheren Gründungsniveau von 1 m u.GOK vorliegende, auskofferungsbedingte Auflockerungen sind aufzunehmen oder durch geeignete Gerätschaften (z.B. Anbauverdichter) zu beseitigen.
- Das örtliche Gründungsniveau sollte fachgutachterlich abgenommen und freigegeben werden. Bei Abweichungen müssen ggf. kurzfristig Anpassungen der Gründung vorgenommen werden.
- Auf dem freigegebenen Fundamentgründungsniveau können die Einzelfundamente ohne weitere Unterbauten errichtet werden. Planerischerseits ggf. vorgesehene Sauberkeitsschichten werden an dieser Stelle ausdrücklich ausgeklammert.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Anhand der in den Tabellen 16a und 16b angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt.

**Um die Setzungsunterschiede im bauwerksverträglichen Rahmen zu halten, wird der Bemessungswert des Sohlwiderstandes auf ein Maß von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  begrenzt und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE nicht überschritten werden (entspricht  $\sigma_{E,k} \sim 280 \text{ kN/m}^2$ ).**

**Aufgrund der noch nicht vorliegenden Unterlagen zur Statik des Bauwerkes sind hier ggf. noch Anpassungen/Optimierungen möglich/notwendig.**

Für die Einzelfundamente wird zunächst von einem quadratischen Grundriss ( $a/b = 1,0$ ) mit Fundamentbreiten von  $b = 0,80 - 2,40 \text{ m}$  ausgegangen (siehe Tabelle 22).

Einzelfundamente (a/b = 1)			
Einbindung		mind. 1,00 m u. GOK / +375,85 m NHN	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$		max. 400 kN/m <sup>2</sup> (begrenzt)	
Unterbau		kein Unterbau berücksichtigt	
Gründungsplanum		V1-Material über Fluviatil kies	
Gesamt- setzung $S_g$ bei Fundament- breite a / b	a: 0,80 m	b: 0,80 m	0,31 cm
	a: 1,00 m	b: 1,00 m	0,37 cm
	a: 1,20 m	b: 1,20 m	0,44 cm
	a: 1,40 m	b: 1,40 m	0,51 cm
	a: 1,60 m	b: 1,60 m	0,57 cm
	a: 1,80 m	b: 1,80 m	0,63 cm
	a: 2,00 m	b: 2,00 m	0,69 cm
	a: 2,20 m	b: 2,20 m	0,75 cm
	a: 2,40 m	b: 2,40 m	0,81 cm

**Tabelle 22:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente, Anlage 11.1)

Aufgrund der hergestellten Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Die lastinduzierten (Gesamt)Setzungen sowie die resultierenden Setzungsunterschiede zwischen den Fundamenten werden ein Maß von 1 cm nicht überschreiten. Die vorgenannten Größenordnungen sind statischerseits hinsichtlich der Bauwerksverträglichkeit, z.B. bei möglichen Winkelverdrehungen zwischen Stützen, statischerseits zu berücksichtigen.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffnung sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen.

Im Besonderen ist die Aufnahme von organischen Böden und Aufweichungen aus dem Erdplanumbereich und die Lagerungsdichten innerhalb der Fundamentgruben zu kontrollieren. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

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

Frostsicherheit: Alle konstruktiven Bauteile sind in frostsicherer Tiefe zu gründen (mind. 1,0 m unter zukünftiger Außen-GOK).

Trockenhaltung des Bauwerks: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand und bei Verwendung des in Kapitel 5.1 benannten V1-Materials, kann eine periodische Nässebeeinflussung der Fundamente des Parkhauses durch Stauwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Dies ist bei der Auswahl der Betonsorte zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsklassen).

Hierbei gilt, dass von einer Ausführung der untersten Parkebenen als 'Verkehrsflächen' im Sinne der RStO ausgegangen wird, sodass die Festlegungen der DIN 18533 zur Abdichtung von erdberührten Bauteilen nicht maßgeblich sind.

Salzwassereintrag: Es wird davon ausgegangen, dass die innenliegenden Rampen als Betonbauteile ausgeführt werden. Es ist hier ein Salzwassereintrag zu berücksichtigen. Das Parkhaus muss entsprechend dem aktuellen Stand der Technik errichtet werden (u.a. • DIN 1045, • DIN EN 1504, • Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb, Heft 525 und Heft 526, • Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein – DBV 'Parkhäuser und Tiefgaragen'). Insbesondere ist für im Einflussbereich liegende Fundamente eine Rissbreitenbeschränkung und ein geeignetes Oberflächenschutzsystem (Bodenbereich) zu berücksichtigen.

### **5.3.2 Verkehrsflächen (erdgelagerte Parkdecks / Rampen)**

Typischerweise erfolgt eine Pflasterung der unteren, bodenlagernden Ebene. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Parkdecks im EG um seitlich 'offene' Parkdecks mit Frostzutritt handelt.

Errichtung Unterbau Parkdeck: Angaben zu den Belastungsklassen liegen nicht vor. Nach der anzuwendenden **RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012)** sind die zu errichtenden Parkdecks vermutlich folgender Verkehrs-/Straßenart zugehörig:

Abstellfläche und zugeordnete Belastungsklasse: 'Pkw-Verkehr' (**Bk0,3**)

Verkehrsfläche in Neben- und Rastanlagen und zugeordnete Belastungsklasse: 'Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerlastverkehr' (**Bk0,3**)

Sollten die vorgenannten Einstufungen nicht zutreffen, so wird um Benachrichtigung zwecks Anpassung gebeten.

Gegenüber den Annahmen aus [V2] wird das Parkhaus deutlich höherliegend geplant. Entsprechend sind Massendefizite vorab auszugleichen. Hierbei wird nicht davon ausgegangen, dass ausschließlich frostsicheres F 1-Material bis in eine Tiefe von 1,3 m unter Fahrbahnoberfläche eingebaut würde und somit auf eine Frostschutzschicht verzichtet werden könnte (siehe auch Kapitel 5.1).

Das Erdplanum führt somit vermutlich gering velehmt Kies-Sand-Gemische, weshalb der Planumsboden nach *ZTVE-StB* sicherheitshalber in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 ('gering bis mittel frostempfindlich') eingestuft wird. Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen grundsätzlich erforderlich.

**Ausgangswert der Bemessung ist ein F 2 Boden als Erdplanum. Hieraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 40 cm bei Ansatz der Bk0,3.**

Hinweise zur Errichtung / Untergrundverbesserung: Auf dem Erdplanum wird ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MPa vorausgesetzt. Hier werden flächendeckend die lagenweise und qualifiziert eingebauten Ersatzmaterialien des Massendefizitausgleichs vorliegen, auf denen der g.g Sollwert durchgängig erreicht werden kann. Eine Untergrundverbesserung wird nach aktuellem Planungs- und Kenntnisstand somit nicht erforderlich werden.

Prüfung Geotextil: Anhand der Korngrößenverteilung des zum Massendefizitausgleich verwendeten Materials kann die Filterstabilität konkret ermittelt werden. Wird die Filterstabilität eingehalten, muss zwischen OK Planum des Massendefizitausgleichs und UK RStO-Aufbau kein trennendes Geotextil verlegt werden.

Kann die Filterstabilität nicht nachgewiesen werden, sollte zur Trennung von Aufbauplanum und RStO-Aufbau auf die gesamte Fläche ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , Stempeldurchdruckkraft  $F_{P, 5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$ , Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit  $V_{IH 50} - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt, weshalb eine 'Mehrdicke' von 5 cm notwendig wird. Kleinräumige Klimaunterschiede werden nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 die Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' vorkommen kann. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken. Herzustellende Entwässerungseinrichtungen über Abläufe und Rohrleitungen können durch Berücksichtigung einer Minderdicke von 5 cm in Ansatz gebracht werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
'Grund- oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum'	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Abläufe / Rohrleitungen	- 5 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 5 cm

**Tabelle 23:** Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

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

- **Belastungsklasse Bk0,3: 45 cm**

**Abzüglich einer 8 cm starken Pflasterung und einer 4 cm starken Pflasterbettung ist zur Herstellung einer ausreichenden Frostsicherheit damit der Einbau einer insgesamt 33 cm starken Schotterung ausreichend.**

**Hierbei wird von der Verwendung Materials der Güte 'Schottertragschicht' ausgegangen. Eine zusätzliche Bemessung in Anlehnung an die Tabelle 8 der RStO im Hinblick auf die Sicherstellung ausreichend hoher Tragfähigkeiten kann bei Herstellung ausreichend hoher Erdplanumstrag-fähigkeiten und der Verwendung des g.g. Materials entfallen.**

**Wird eine 'Kiestragschicht' anstelle der 'Schottertragschicht' verbaut, ist die Mächtigkeit der Frostschutzschicht aus Tragfähigkeitsgründen um mindestens 2 cm zu erhöhen, weshalb der frostsichere Gesamtaufbau in diesem Fall eine Mächtigkeit von mindestens 47 cm aufweisen wird.**

Verformungsmodul auf OK Schotter-/Kiesplanum: In der Belastungsklasse Bk0,3 ist auf der Oberkante der Schottertrag- bzw. Kiestragschicht der vermutlich pflasterversiegelten Stell- und Bewegungsflächen jeweils ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$  nachzuweisen.

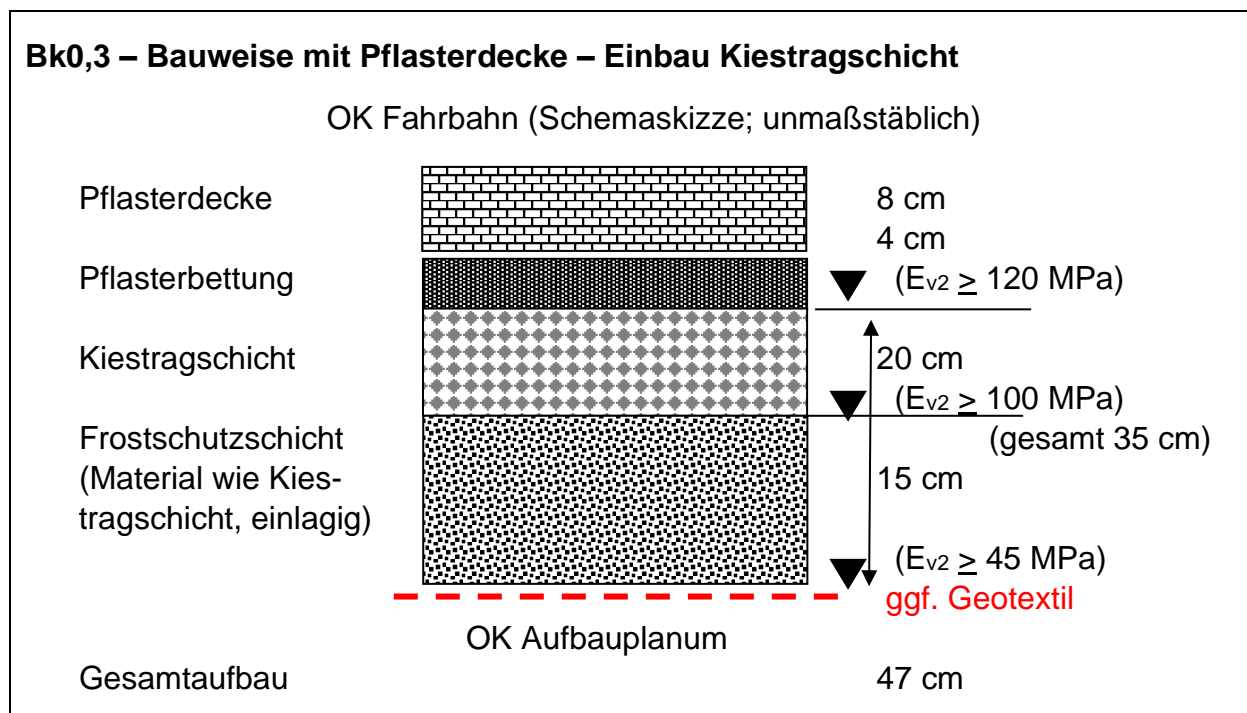
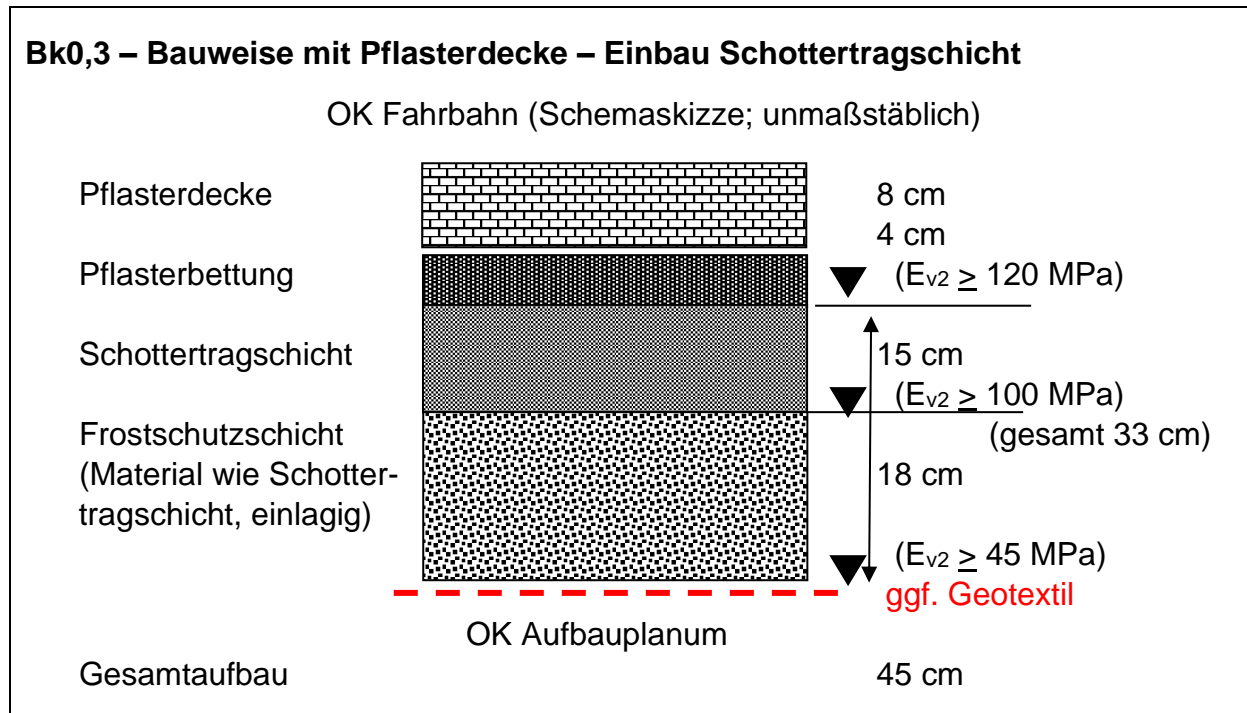
Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem Schotter-/Kiesplanum nachgewiesen werden.

Material: Der frostsichere Straßenunterbau / Frostschutzschicht / Schottertragschicht / Kiestragschicht sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Körnung z.B. 0/45 mm; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

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



Ausführung des Oberbaus bei Bk0,3 - Pflasterbauweise: Ein möglicher Aufbau ist nachfolgend für die Belastungsklasse Bk0,3 (nach RStO 12 Tafel 3, Zeile 1 bzw. Zeile 2) unmaßstäblich skizziert.



Auswahl des Bettungsmaterials: Für die Fläche erscheint die Wahl eines nach TL G SoB-StB geprüften Baustoffgemisches 0/5 oder 0/8 sinnvoll. Material der Körnungen 2/5 oder 2/8 sind nach ZTV Pflaster StB für Flächen die von Kraftfahrzeugen befahren werden nicht mehr vorzusehen.

**Empfohlen wird weiterhin die Verwendung eines ´gebrochenen´ Materials, welches einen erhöhten Widerstand gegen Zertrümmerung/Abrieb besitzt. Hierzu wird vorgeschlagen ein Material zu wählen, welches der Kategorie SZ<sub>18</sub> entspricht (Los-Angeles-Koeffizient LA<sub>20</sub>).**

Im Vorfeld ist die Filterstabilität zum vorgesehenen Bettungsmaterial und zum einzusetzenden Fugenmaterial zu prüfen.

Auswahl des Fugenmaterials: Für die Fläche erscheint die Wahl eines nach TL G SoB-StB geprüften Baustoffgemisches 0/5 oder 0/8 sinnvoll. Bei Einsatz eines Verbundsteinpflasters mit sehr geringen Fugenbreiten kann ein entsprechend geprüfetes Baustoffgemisch 0/2 zweckmäßig sein.

**Empfohlen wird weiterhin die Verwendung eines ´gebrochenen´ Materials der Kategorie E<sub>cs35</sub>, welches zusätzlich einen erhöhten Widerstand gegen Zertrümmerung/Abrieb besitzt. Hierzu wird vorgeschlagen ein Material zu wählen, dessen Prüfkörnung der Kategorie SZ<sub>18</sub> entspricht (Los-Angeles-Koeffizient LA<sub>20</sub>).**

Im Vorfeld ist die Filterstabilität zum vorgesehenen Bettungsmaterial zu prüfen.

## 5.4 Errichtung Übergabestation

Planung: Südlich des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Parkhauses ist die Errichtung einer Übergabestation geplant. Den Planunterlagen [U2] zufolge wird die Oberkante Fußboden (OKF) bei +376,85 m NHN und damit höhengleich zur OKF Parkhaus vorgesehen.

Annahmen zur Gründung: Maßgeblich sind die Untergrundverhältnisse der Bohrung B114 der aktuellen Geländekampagne.

Vermutlich ist die Errichtung der Bodenplatte als herkömmliche, mattenbewehrte Konstruktion geplant ('Plattengründung') ausgegangen. Alternativ zu einer Plattengründung kann die Gründung auch über umlaufende/innere Streifenfundamente erfolgen. Genauere Angaben zum Bauteil liegen unverändert nicht vor.

Grundsätzlich müssen die Fundamente frostfrei bei mind. 1,0 m unter zukünftiger GOK gründen. Es wird eine Gründung auf den lagenweise und qualifiziert einzubauenden Materialien des Massendefizitausgleichs empfohlen.

Relevante Gründungshöhen:

<b>OKF Übergabestation (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,85 m NHN</b>
<b>UK Fundamente (frostfrei)</b>	<b>= +375,85 m NHN (OKF - 1,00 m)</b>
<b>lokale GOK (Bereich B114)</b>	<b>= +375,01 m NHN (OKF - 1,84 m)</b>
<b>GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,79 m NHN (OKF - 2,06 m)</b>
<b>Grundwasser (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +373,19 m NHN (OKF - 3,66 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,6 m unter aktueller GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse:

Die Bodenplatte kommt auf Grundlage der aktuellen Planung deutlich oberhalb der aktuellen GOK zu liegen. Zur Herstellung einer ausreichenden Bettung wird der Einbau eines Bettungspolsters erforderlich.

Auf dem Fundament-Gründungsniveau steht vermutlich eine mäßige bis deutliche Restmächtigkeit V1-Material des Massendefizitausgleichs an. Darunter folgt ein +/- dicht gelagerter Fluvialtkies. Örtlich vorliegende Aufweichungen bindiger Böden sind vorab zu entfernen. Aktuell vorliegende oberflächennahe Auflockerungen werden durch den vorzunehmenden Massendefizitausgleich beseitigt.

Grundwasser wurde mit gemittelt +373,19 m NHN erst deutlich unterhalb des g.g. Fundament-Gründungsniveaus angetroffen. Eine Grundwasserbeeinflussung der Fundamente kann auch bei Vorlage des HGW ausgeschlossen werden. In Abhängigkeit der gewählten/zugelassenen Materialien zum Massendefizitausgleich kann eine Stauwasserbeeinflussung nicht ausgeschlossen werden. Dies ist bei den Expositionsklassen entsprechend zu berücksichtigen.

Beurteilung: Oberflächennah ggf. anstehende weich konsistente bindige Böden und potenzielle Auflockerungen der Kiese stellen einen verbesserungsbedürftigen Baugrund dar. Die unterlagernden zumindest mitteldicht gelagerte Fluvialtkiese oder vergleichbar hergestellte Füllböden eines Massendefizitausgleichs werden als ausreichend tragfähig und gründungsgeeignet eingestuft.

Vorschlag Bauweise: Sinnvoll ist eine Gründung der Übergabestation über eine elastisch gebettete Bodenplatte. Alternativ kann das Bauteil ggf. über umlaufende und/oder innere Streifenfundamente gegründet werden.

Nach Abschieben der Oberböden sind potenzielle Aufweichungen bindiger Böden zu entfernen. Das hierdurch entstehende Massendefizit sowie das höhenplanungsbedingte vorliegende 'Sowieso-Massendefizit' sind im Anschluss lagenweise und qualifiziert auszugleichen.

Nach abschließendem Einbau einer frostsichernden Schotter-/Kies-Sandbettung kann die Bodenplatte elastisch gebettet errichtet werden.

Die Fundamente können alternativ auch innerhalb des Massendefizitausgleichs gegründet werden. Bedingt durch die Aufhöhungsarbeiten werden geogene Böden nicht unmittelbar für die Gründung heranzuziehen sein.

#### Vorschlag Arbeitsablauf / Vorgehensweise:

- 1) Abzug der 'Mutterböden' im Baufeldbereich.
- 2) Entfernung potenzieller Aufweichungen im Erdplanum.
- 3) Ausgleich von Massendefiziten.
- 4) Abschließender Einbau eines Schotterpolsters.
- 5) Einbau der elastisch gebetteten Bodenplatte.
- 6) Alternativ Aushub Fundamentgruben/-gräben und Errichtung der Fundamente.
- 7) übriger Hochbau.

‘Mutterböden’ / organische Böden: Die ‘Mutterböden’ müssen vollständig aufgenommen werden. Potenzielle sonstige organische Böden und Aufweichungen auf Aushubniveau sind ebenfalls vollständig zu entfernen. Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle (im Rahmen einer Baufeldabnahme) des Erdplanums auf organische und aufgeweichte bindige (Füll-)Böden sowie deren vollständige Entfernung.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mittels Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffnung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Potenzieller Schluff auf Aushubniveau darf nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollten ausschließlich Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch ein Mineralgemisch zu ersetzen.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht in für die Errichtung relevanten Tiefen angetroffen werden. Bei den im Untersuchungszeitraum vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer offenen Wasserhaltung ausreichend sein.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Untergrunduntersuchungen und unter Berücksichtigung der aktuellen Höhenplanung, wird für das hier relevante Baufeld keine Notwendigkeit zur Ausschreibung weiterer Systeme zur Wasserhaltung/Grundwasserabsenkung gesehen.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die möglichen Fundamentgruben/-gräben weisen weitgehend eine kurzzeitige Standsicherheit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten schwach geböscht werden.

Wassergesättigte Böden müssen über einen Normverbau gesichert werden. Entwässerte Böden in einer mind. weichen Konsistenz können bauzeitlich unter **max.  $\beta = 45^\circ$**  geböscht werden. Stehen bindige Böden in nachweislich mindestens steifer Konsistenz an, so können diese bauzeitlich unter **max.  $\beta = 60^\circ$**  geböscht werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Konsistenzstufungen ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

#### **5.4.1 Ausgleich von Massendefiziten / Bodenplattenerrichtung**

**- Angeratene Gründungsmaßnahmen:**

- rückschreitender Abzug der Oberböden.
- Potenzielle Restmächtigkeiten an organischen oder aufgeweichten bindigen Böden sind bis auf organikfreien Fluviatilkies aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei müssen die Organikfreiheit und vollständige Entfernung von offensichtlichen Aufweichungen nachgewiesen werden.
- Auf das abgenommene Erdplanum sollte ein Geotextil (Details siehe unten) aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden.
- Potenzielle Auflockerungen können indirekt über die erste Einbaulage des Massendefizitausgleichs nachverdichtet und damit beseitigt werden.
- Für den Nachweis eines ´ausreichend tragfähigen´ Erdplanums (Forderung  $E_{v2} > 45$  MPa) wird somit keine zusätzliche Untergrundverbesserung erforderlich. Die Fluviatilkiese werden diesbezüglich als ausreichend tragfähig angesehen.
- Ausgleich sonstiger Massendefizite bis 0,85 m / 0,30 m unter UK Bodenplatten mit V1-Material (Beschaffenheit V1-Material siehe Kapitel 5.1). Die erstgenannte Zahl gilt dabei für die Herstellung einer Plattengründung und die zweite bei Realisierung einer Fundamentgründung.
- Auf das Geotextil/V1-Material sollte für die Übergabestation im Fall der Plattengründung ´vor-Kopf´ eine mindestens 85 cm mächtige Schotter-/Kies-Sandlage (Beschaffenheit siehe unten) in drei Einbaulagen aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden.
- Abweichend von dem g.g. Vorgehen sollte auf das Geotextil/V1-Material für die Übergabestation ´vor-Kopf´ eine mindestens 30 cm mächtige Schotter-/Kies-Sandlage ( Beschaffenheit siehe unten) in einer Einbaulage aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden, sofern eine Streifenfundamentgründung des Gebäudes erfolgen soll.
- Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums für die Bodenplatten sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter/Kies-Sand: Übergabestation  $E_{v2} \geq 70 - 80$  MPa).

Prüfung Geotextil: Anhand der Korngrößenverteilung des zum Massendefizitausgleich verwendeten Materials kann die Filterstabilität konkret ermittelt werden. Wird die Filterstabilität eingehalten, muss zwischen OK Planum des



Massendefizitausgleichs und UK Schotter-/Kies-Sandpolster kein trennendes Geotextil verlegt werden.

Kann die Filterstabilität nicht nachgewiesen werden, sollte zur Trennung von Aufbauplanum und Schotter/Kies-Sand auf die gesamte Fläche ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , Stempeldurchdrückkraft  $F_{P, 5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$ , Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit  $V_{IH 50} - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Bettungspolster: Das Massendefizit von 0,85/0,30 m unter UK Bodenplatte bis UK Bodenplatte sollte mit einem **gütegeprüften** Mineralgemisch (Beschaffenheit siehe unten) aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten.

Auf OK Schotter/Kies-Sand (= Planum Bodenplatten) sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70\text{-}80 \text{ MPa}$  auch in Abhängigkeit der Lasten nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Material: Das Mineralgemisch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Körnung z.B. 0/45 mm; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den *Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004* (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \text{ %}$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). Das Bettungsmaterial sollte zudem einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen, um die Abdichtung der Bodenplatte vereinfachen zu können.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit o.g. gütegeprüften Mineralgemisch erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit  $D_{Pr} > 100 \text{ %}$  Proctordichte erfolgen.

Frostsicherheit: Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen ( $\geq 1,0 \text{ m}$ ). Für die Übergabestation besteht bei einer Einbindung der Bodenplatte von 15 cm gegenüber der umgebenden GOK und bei Verwendung des o.g. ausreichend frostsicheren Materials

(Güte: Frostschuttschicht) eine ausreichend tiefe Frostschuttschürze. In diesem Fall brauchen keine zusätzlichen Frostschuttschürzen errichtet zu werden.

Bei einer alternativ möglichen (frostsicheren) Streifenfundamentgründung des Gebäudes brauchen keine zusätzlichen Frostschuttschürzen errichtet zu werden und die Mächtigkeit der Bettung unterhalb der Bodenplatte kann in diesem Fall auf ein Mindestmaß von 0,30 m reduziert werden, um eine ausreichende Bettung sicherzustellen.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Basis von Annahmen und basierend auf Erfahrungswerten für die Übergabestation zunächst mit  $\sigma_{E,k} \sim 100 \text{ kN/m}^2$  angenommen ( $\sigma_{R,d} = 145 \text{ kN/m}^2$ ).

Sofern der Hauptlastabtrag des Gebäudes über Streifenfundamente erfolgen sollte, werden im Bodenplattenbereich in erster Linie die Eigenlast ausschlaggebend sein. Es wird dann von einem Lastanfall von nicht mehr als  $\sigma_{E,k} \sim 50 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen ( $\sigma_{R,d} = 70 \text{ kN/m}^2$ ). Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Planstatik kann der vorgenannte Wert und die damit verbundene Hinweisgebung noch angepasst werden.

Die Länge der längsten Lastscheibe im Bereich der Übergabestation beträgt ca. 21,5 m ('Ersatzfläche' = 21,5 x 1,0 m). Ein Ansatz von Untergrundnässe erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen der Geländekampagne aus 2022. Das eingebaute Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 24 zu entnehmen.

Sohlspannung $\sigma$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
Übergabestation: $\sigma_{E,k} \sim 100 \text{ kN/m}^2$ 85 cm Bettungspolster	13,5 x 1,0 m	ca. 0,23 cm	43,9 MN/m <sup>3</sup>

**Tabelle 24:** Orient. Setzungsberechnungen/Eingangs-Bettungsmodul (Bodenplatten)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne nennenswerte Setzungsunterschiede ( $\Delta s_G \ll 1 \text{ cm}$ ) auftreten.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von  $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$  für beide Bodenplatten angenommen werden. Da das Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Trockenhaltung des Gebäudes (Übergabestation): Eine Grundwasserbeeinflussung der Bodenplatten wird nicht erwartet. Das einzubringende Mineralgemisch fungiert zudem als 'kapillarbrechende Schicht' mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,5 m. Das Material muss daher einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen. **Eine Abdichtung der Bodenplatte nach DIN 18533 W1.1-E wird in diesem Fall als ausreichend erachtet.**

#### **5.4.2 Alternative Errichtung von Streifen-Fundamenten**

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen an im aktuellen Untersuchungszeitraum wird eine ‘offene’ Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) und/oder Stauwasser zu fassen und abzuleiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffnung der Streifenfundamentgruben sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse durch den Bodengutachter auf Übereinstimmung mit den Untersuchungen zu überprüfen.

Gründungsvorschlag Streifenfundamente: Die auf herkömmlichen Gründungsniveau einer Fundamentgründung vorliegenden Böden weisen eine unmittelbar ausreichende Gründungseignung für die geplante Lasteinleitung auf.

Die möglichen Streifenfundamente müssen auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiesen oder dem bauteilangepasst nicht schlechter zu beurteilenden Material des Massendefizitenausgleichs gegründet werden. Auf den vorgenannten Böden können die Fundamente (zzgl. einer ggf. vorgesehenen Beton-Sauberkeitsschicht) direkt gegründet werden.

Sollten auf Gründungsniveau wider Erwarten aufgeweichte bindige oder organische (Füll-)Böden anstehen, müssen diese vollständig aus dem Bereich des Gründungsplanums entfernt werden, was dann lokale Fundamenttieferführungen erforderlich machen kann, die in Beton ausgeführt werden sollten.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Streifenfundamente): Anhand der in den Tabellen 16a und 16b angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt.

**Um die Setzungsunterschiede im bauwerksverträglichen Rahmen zu halten, wird der Bemessungswert des Sohlwiderstandes auf ein Maß von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  begrenzt und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE nicht überschritten werden (entspricht  $\sigma_{E,k} \sim 280 \text{ kN/m}^2$ ).**

**Aufgrund der noch nicht vorliegenden Unterlagen zur Statik des Bauwerkes sind hier ggf. noch Anpassungen/Optimierungen möglich/notwendig.**

Für die Streifenfundamente wird zunächst von einer größten Länge von 21,5 m und üblichen Fundamentbreiten zwischen  $b = 0,30 - 0,80$  m ausgegangen (siehe Tabelle 25).

Streifenfundamente ( $l = 21,5$ m)		
Einbindung	mind. 1,00 m u. GOK / +375,85 m NHN	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$	<b>max. 400 kN/m<sup>2</sup></b> (begrenzt)	
Unterbau	kein Unterbau berücksichtigt	
Gründungsplanum	V1-Material über Fluviatilkies	
Gesamtsetzung $S_g$ bei Fundamentbreite $b$	b: 0,30 m	0,34 cm (Bettungsmodul $k_s = 82,5$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,40 m	0,44 cm (Bettungsmodul $k_s = 64,5$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,50 m	0,53 cm (Bettungsmodul $k_s = 53,1$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,60 m	0,62 cm (Bettungsmodul $k_s = 45,0$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,70 m	0,72 cm (Bettungsmodul $k_s = 39,1$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,80 m	0,80 cm (Bettungsmodul $k_s = 34,9$ MN/m <sup>3</sup> )

**Tabelle 25:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente, Anlage 11.2)

Aufgrund der hergestellten Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Die lastinduzierten (Gesamt)Setzungen sowie die resultierenden Setzungsunterschiede zwischen den Fundamenten werden ein Maß von 1 cm nicht überschreiten. Die vorgenannte Größenordnung ist statischerseits hinsichtlich der Bauwerksverträglichkeit statischerseits zu berücksichtigen.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffering sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen.

Im Besonderen ist die Aufnahme von organischen Böden und Aufweichungen aus dem Erdplanumsbereich und die Lagerungsdichten innerhalb der Fundamentgruben zu kontrollieren. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

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

Frostsicherheit: Alle konstruktiven Bauteile sind in frostsicherer Tiefe zu gründen (mind. 1,0 m unter zukünftiger Außen-GOK).

Trockenhaltung des Bauwerks: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand und bei Verwendung des in Kapitel 5.1 benannten V1-Materials, kann eine periodische Nässebeeinflussung der Fundamente der Technikzentrale durch Stauwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Dies ist bei der Auswahl der Betonsorte zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsklassen).



## 5.5 Errichtung Sprinklerzentrale

Planung: Es ist die Errichtung einer freistehenden Sprinklerzentrale geplant, die aus zwei oberirdischen Sprinklertanks und einem Technikgebäude bestehen soll. Den Planunterlagen [U2] zufolge wird die Oberkante Fußboden (OKF) bei +376,50 m NHN vorgesehen. Die Tanks erhalten vermutlich eine Höhe von ca. 18,5 m.

Annahmen zur Gründung: Maßgeblich sind die Untergrundverhältnisse der Bohrungen B102 und B103 der aktuellen Geländekampagne.

Vermutlich ist die Errichtung der Bodenplatten als herkömmliche, mattenbewehrte Konstruktion geplant. Für den Sprinklertank wird von einer 'Plattengründung' ausgegangen. Die Gründung des Technikgebäudes kann alternativ zu einer Plattengründung auch über umlaufende Streifenfundamente erfolgen. Genauere Angaben liegen unverändert nicht vor.

Grundsätzlich müssen die Fundamente frostfrei bei mind. 1,0 m unter zukünftiger GOK gründen. Es wird eine Gründung auf den lagenweise und qualifiziert einzubauenden Materialien des Massendefizitausgleichs empfohlen.

Relevante Gründungshöhen:

<b>OKF Sprinklerzentrale/Tanks (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,50 m NHN</b>
<b>UK Fundamente (frostfrei)</b>	<b>= +375,50 m NHN (OKF - 1,00 m)</b>
<b>lokale GOK (Bereich B102 und B103)</b>	<b>= +375,29 m NHN (OKF - 1,21 m)</b>
<b>GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,97 m NHN (OKF - 1,53 m)</b>
<b>Grundwasser (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +373,19 m NHN (OKF - 3,31 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,6 m unter aktueller GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse:

Die Bodenplatten kommen auf Grundlage der aktuellen Planung deutlich oberhalb der aktuellen GOK zu liegen. Zur Herstellung einer ausreichenden Bettung wird der Einbau eines Schotter-/Kies-Sandpolsters erforderlich.

Auf dem Fundament-Gründungsniveau steht vermutlich eine geringe Restmächtigkeit V1-Material des Massendefizitausgleichs an. Darunter folgt ein +/- dicht gelagerter Fluvialtkies. Aktuell vorliegende oberflächennahe Auflockerungen werden durch den vorzunehmenden Massendefizitausgleich beseitigt.

Grundwasser wurde mit gemittelt +373,19 m NHN erst deutlich unterhalb des g.g. Fundament-Gründungsniveaus angetroffen. Eine Grundwasserbeeinflussung der Fundamente kann auch bei Vorlage des HGW ausgeschlossen werden. In Abhängigkeit der gewählten Materialien zum Massendefizit ausgleich kann eine Stauwasserbeeinflussung nicht ausgeschlossen werden. Dies ist bei den Expositionsklassen entsprechend zu berücksichtigen.

Beurteilung: Oberflächennah ggf. anstehende weich konsistente bindige Böden und potenzielle Auflockerungen der Kiese stellen einen verbesserungsbedürftigen Baugrund dar. Die unterlagernden zumindest mitteldicht gelagerte Fluviatilkiese oder vergleichbar hergestellte Füllböden eines Massendefizit ausgleichs werden als ausreichend tragfähig und gründungsgeeignet eingestuft.

Vorschlag Bauweise: Sinnvoll ist eine Gründung der Sprinklertanks und der Zentrale über elastisch gebettete Bodenplatten. Alternativ kann die Sprinklerzentrale ggf. über umlaufende Streifenfundamente gegründet werden.

Nach Abschieben der Oberböden sind potenzielle Aufweichungen bindiger Böden zu entfernen. Das hierdurch entstehende Massendefizit sowie das höhenplanungsbedingte vorliegende 'Sowieso-Massendefizit' sind im Anschluss lagenweise und qualifiziert auszugleichen.

Nach abschließendem Einbau einer frostsichernden Schotter-/Kies-Sandbettung können die Bodenplatten elastisch gebettet errichtet werden.

Die Fundamente können alternativ auch innerhalb des Massendefizit ausgleichs gegründet werden. Bedingt durch die Aufhöhungsarbeiten werden geogene Böden nicht unmittelbar für die Gründung heranzuziehen sein.

Vorschlag Arbeitsablauf / Vorgehensweise:

- 1) Abzug der 'Mutterböden' im Baufeldbereich.
- 2) Entfernung potenzieller Aufweichungen im Erdplanum.
- 3) Ausgleich von Massendefiziten.
- 4) Abschließender Einbau eines Bettungspolsters
- 5) Einbau der elastisch gebetteten Bodenplatten
- 6) Alternativ Aushub Fundamentgruben/-gräben und Errichtung der Fundamente.
- 7) übriger Hochbau.

'Mutterböden' / organische Böden: Die 'Mutterböden' müssen vollständig aufgenommen werden. Potenzielle sonstige organische Böden und Aufweichungen auf Aushubniveau sind ebenfalls vollständig zu entfernen. Wichtig ist die sorgfältige Kontrolle (im Rahmen einer Baufeldabnahme) des Erdplanums auf organische und aufgeweichte bindige (Füll-)Böden sowie deren vollständige Entfernung.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mittels Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’ / ‘Flachlöffel’), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ‘vor-Kopf’ gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Potenzieller Schluff auf Aushubniveau darf nicht nachverdichtet werden und sollte nicht befahren werden.

Es sollten ausschließlich Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht in für die Errichtung relevanten Tiefen angetroffen werden. Bei den im Untersuchungszeitraum vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer offenen Wasserhaltung ausreichend sein.

Auf Grundlage der Ergebnisse der Untergrunduntersuchungen und unter Berücksichtigung der aktuellen Höhenplanung, wird für das hier relevante Baufeld keine Notwendigkeit zur Ausschreibung weiterer Systeme zur Wasserhaltung/Grundwasserabsenkung gesehen.

Böschchen/Verbau: Nach DIN 4124 muss erst ab Baugrubenteufen > 1,25 m geböscht / verbaut werden. Die jeweiligen Fundamentgruben/-gräben weisen weitgehend eine kurzzeitige Standsicherheit auf. Lediglich die hangenden Kanten sollten schwach geböscht werden.

Wassergesättigte Böden müssen über einen Normverbau gesichert werden. Entwässerte Böden in einer mind. weichen Konsistenz können bauzeitlich unter **max.  $\beta = 45^\circ$**  geböscht werden. Stehen bindige Böden in nachweislich mindestens steifer Konsistenz an, so können diese bauzeitlich unter **max.  $\beta = 60^\circ$**  geböscht werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Konsistenzstufungen ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

### **5.5.1 Ausgleich von Massendefiziten / Bodenplattenerrichtung**

**- Angeratene Gründungsmaßnahmen:**

- rückschreitender Abzug der Oberböden.
- Potenzielle Restmächtigkeiten an organischen oder aufgeweichten bindigen Böden sind bis auf organikfreien Fluviatilkies aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei müssen die Organikfreiheit und vollständige Entfernung von offensichtlichen Aufweichungen nachgewiesen werden.
- Auf das abgenommene Erdplanum sollte ein Geotextil (Details siehe unten) aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter/Kies-Sand hochgezogen werden.
- Potenzielle Auflockerungen können indirekt über die erste Einbaulage des Massendefizitausgleichs nachverdichtet und damit beseitigt werden.
- Für den Nachweis eines ´ausreichend tragfähigen´ Erdplanums (Forderung  $E_{v2} > 45$  MPa) wird somit keine zusätzliche Untergrundverbesserung erforderlich. Die Fluviatilkiese werden diesbezüglich als ausreichend tragfähig angesehen.
- Ausgleich sonstiger Massendefizite bis 0,85 m / 0,30 m unter UK Bodenplatten mit V1-Material (Beschaffenheit V1-Material siehe Kapitel 5.1). Die erstgenannte Zahl gilt dabei für die Herstellung einer Plattengründung und die zweite bei Realisierung einer Fundamentgründung.
- Auf das Geotextil/V1-Material sollte für die Sprinklertanks bzw. für das Technikgebäude im Fall der Plattengründung ´vor-Kopf´ eine mind. 85 cm mächtige Schotter-/Kies-Sandlage (Beschaffenheit siehe unten) in drei Einbaulagen aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden.
- Abweichend von dem g.g. Vorgehen sollte auf das Geotextil/V1-Material für das Technikgebäude ´vor-Kopf´ eine mindestens 30 cm mächtige Schotter-/Kies-Sandlage (Beschaffenheit siehe unten) in einer Einbaulage aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden, sofern eine Streifenfundamentgründung des Technikgebäudes erfolgen soll.
- Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums für die Bodenplatten sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter/Kies-Sand: Sprinklertank  $E_{v2} \geq 100 - 120$  MPa; Technikgebäude  $E_{v2} \geq 70 - 80$  MPa).

Prüfung Geotextil: Anhand der Korngrößenverteilung des zum Massendefizitausgleich verwendeten/zugelassenen Materials kann die Filterstabilität konkret ermittelt werden. Wird die Filterstabilität eingehalten, muss zwischen OK Planum des Massendefizitausgleichs und UK Schotter-/Kies-Sandpolster kein trennendes Geotextil verlegt werden.

Kann die Filterstabilität nicht nachgewiesen werden, sollte zur Trennung von Aufbauplanum und Schotter/Kies-Sand auf die gesamte Fläche ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , Stempeldurchdruckkraft  $F_{P, 5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$ , Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit  $V_{IH 50} - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Bettungspolster: Das Massendefizit von 0,85/0,30 m unter UK Bodenplatte bis UK Bodenplatte sollte mit einem **gütegeprüften** Mineralgemisch (Beschaffenheit siehe unten) aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten.

Auf OK Bettungspolster (= Planum Bodenplatten) sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 70-80 / 100-120 \text{ MPa}$  auch in Abhängigkeit der Lasten nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Material: Das Mineralgemisch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Körnung z.B. 0/45 mm; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschuttschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). Das Bettungsmaterial sollte zudem einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen, um die Abdichtung der Bodenplatte vereinfachen zu können.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit o.g. gütegeprüften Mineralgemisch erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit  $D_{Pr} > 100 \%$  Proctordichte erfolgen.

Frostsicherheit: Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen ( $\geq 1,0$  m). Für die Sprinklertanks und die Technikzentrale besteht bei einer Einbindung der Bodenplatten von 15 cm gegenüber der umgebenden GOK und bei Verwendung des o.g. ausreichend frostsicheren Materials (Güte: Frostschutzschicht) eine ausreichend tiefe Frostschutzschürze. In diesem Fall brauchen keine zusätzlichen Frostschutzschürzen errichtet zu werden.

Bei einer alternativ möglichen (frostsicheren) Streifenfundamentgründung des Technikgebäudes brauchen keine zusätzlichen Frostschutzschürzen errichtet zu werden und die Mächtigkeit der Bettungsschicht unterhalb der Bodenplatte kann in diesem Fall auf ein Mindestmaß von 0,30 m reduziert werden, um eine ausreichende Bettung sicherzustellen.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Basis von Annahmen und basierend auf Erfahrungswerten für die Technikzentrale zunächst mit  $\sigma_{E,k} \sim 100$  kN/m<sup>2</sup> angenommen ( $\sigma_{R,d} = 145$  kN/m<sup>2</sup>). Bei einer Höhe der Tanks von ca. 18,5 m wird mit  $\sigma_{E,k} \sim 200$  kN/m<sup>2</sup> angenommen ( $\sigma_{R,d} = 280$  kN/m<sup>2</sup>) gerechnet.

Sofern der Hauptlastabtrag des Technikgebäudes über Streifenfundamente erfolgen sollte, werden im Bodenplattenbereich in erster Linie die Eigenlast ausschlaggebend sein. Es wird dann von einem Lastanfall von nicht mehr als  $\sigma_{E,k} \sim 50$  kN/m<sup>2</sup> ausgegangen ( $\sigma_{R,d} = 70$  kN/m<sup>2</sup>). Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Planstatik kann der vorgenannte Wert und die damit verbundene Hinweisgebung noch angepasst werden.

Die Länge der längsten Lastscheibe im Bereich der Sprinklertanks beträgt ca. 13,5 m ('Ersatzfläche' = 13,5 x 1,0 m) und gemäß [U2] für die Technikzentrale ca. 16,0 m ('Ersatzfläche' = 16,0 x 1,0 m). Ein Ansatz von Untergrundnässe erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen der Geländekampagne aus 2022. Das eingebaute Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 26 zu entnehmen.



Sohlspannung $\sigma$ / Unterbau	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
Sprinklertanks: $\sigma_{E,k} \sim 200 \text{ kN/m}^2$ 85 cm Bettungspolster	13,5 x 1,0 m	ca. 0,53 cm	37,4 MN/m <sup>3</sup>
Technikgebäude: $\sigma_{E,k} \sim 100 \text{ kN/m}^2$ 85 cm Bettungspolster	11,0 x 1,0 m	ca. 0,23 cm	44,6 MN/m <sup>3</sup>

**Tabelle 26:** Orient. Setzungsberechnungen/Eingangs-Bettungsmodul (Bodenplatten)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne nennenswerte Setzungsunterschiede ( $\Delta s_G \ll 1 \text{ cm}$ ) auftreten.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von  $k_s = 35 \text{ MN/m}^3$  für die Bodenplatten der Tanks und von  $k_s = 40 \text{ MN/m}^3$  für die Bodenplatte der Technikzentrale angenommen werden. Da das Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der ‘Finite-Elemente-Methode’ zu sehen.

Trockenhaltung des Gebäudes (Sprinklertank und Technikgebäude): Eine Grundwasserbeeinflussung der Bodenplatten wird nicht erwartet. Der einzubringende Mineralgemisch fungiert zudem als ‘kapillarbrechende Schicht’ mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,5 m. Das Material muss daher einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen. **Eine ‘äußere’ Abdichtung der Bodenplatten nach DIN 18533 W1.1-E wird in diesem Fall als ausreichend erachtet.**

### **5.5.2 Alternative Errichtung von Streifen-Fundamenten**

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen im aktuellen Untersuchungszeitraum wird eine ‘offene’ Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) und/oder Stauwasser zu fassen und abzuleiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffnung der Streifenfundamentgruben sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse durch den Bodengutachter auf Übereinstimmung mit den Untersuchungen zu überprüfen.

Gründungsvorschlag Streifenfundamente: Die auf herkömmlichen Gründungsniveau einer Fundamentgründung vorliegenden Böden weisen eine unmittelbar ausreichende Gründungseignung für die geplante Lasteinleitung auf.

Die möglichen Streifenfundamente müssen auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluvialtkiesen oder dem bauteilangepasst nicht schlechter zu beurteilenden Material des Massendefizitenausgleichs gegründet werden. Auf den vorgenannten Böden können die Fundamente (zzgl. einer ggf. vorgesehenen Beton-Sauberkeitsschicht) direkt gegründet werden.

Sollten auf Gründungsniveau wider Erwarten aufgeweichte bindige oder organische (Füll-)Böden anstehen, müssen diese vollständig aus dem Bereich des Gründungsplanums entfernt werden, was dann lokale Fundamenttieferführungen erforderlich machen kann, die in Beton ausgeführt werden sollten.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Streifenfundamente): Anhand der in den Tabellen 16a und 16b angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt.

**Um die Setzungsunterschiede im bauwerksverträglichen Rahmen zu halten, wird der Bemessungswert des Sohlwiderstandes auf ein Maß von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  begrenzt und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE nicht überschritten werden (entspricht  $\sigma_{E,k} \sim 280 \text{ kN/m}^2$ ).**

**Aufgrund der noch nicht vorliegenden Unterlagen zur Statik des Bauwerkes sind hier ggf. noch Anpassungen/Optimierungen möglich/notwendig.**

Für die Streifenfundamente wird zunächst von einer größten Länge von 16,0 m und üblichen Fundamentbreiten zwischen  $b = 0,30 - 0,80$  m ausgegangen (siehe Tabelle 27).

Streifenfundamente ( $l = 16,0$ m)		
Einbindung	mind. 1,00 m u. GOK / +375,85 m NHN	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$	<b>max. 400 kN/m<sup>2</sup></b> (begrenzt)	
Unterbau	kein Unterbau berücksichtigt	
Gründungsplanum	V1-Material über Fluviatilkies	
Gesamtsetzung $S_g$ bei Fundamentbreite $b$	b: 0,30 m	0,34 cm (Bettungsmodul $k_s = 81,5$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,40 m	0,45 cm (Bettungsmodul $k_s = 62,6$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,50 m	0,55 cm (Bettungsmodul $k_s = 51,3$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,60 m	0,64 cm (Bettungsmodul $k_s = 43,7$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,70 m	0,73 cm (Bettungsmodul $k_s = 38,2$ MN/m <sup>3</sup> )
	b: 0,80 m	0,82 cm (Bettungsmodul $k_s = 34,1$ MN/m <sup>3</sup> )

**Tabelle 27:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Streifenfundamente, Anlage 11.3)

Aufgrund der hergestellten Homogenität der Gründungsverhältnisse werden keine größeren Setzungsunterschiede erwartet. Die lastinduzierten (Gesamt)Setzungen sowie die resultierenden Setzungsunterschiede zwischen den Fundamenten werden ein Maß von 1 cm nicht überschreiten. Die vorgenannte Größenordnung ist statischerseits hinsichtlich der Bauwerksverträglichkeit statischerseits zu berücksichtigen.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffering sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen.

Im Besonderen ist die Aufnahme von organischen Böden und Aufweichungen aus dem Erdplanumsbereich und die Lagerungsdichten innerhalb der Fundamentgruben zu kontrollieren. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

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

Frostsicherheit: Alle konstruktiven Bauteile sind in frostsicherer Tiefe zu gründen (mind. 1,0 m unter zukünftiger Außen-GOK).

Trockenhaltung des Bauwerks: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand und bei Verwendung des in Kapitel 5.1 benannten V1-Materials, kann eine periodische Nässebeeinflussung der Fundamente der Technikzentrale durch Stauwasser nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Dies ist bei der Auswahl der Betonsorte zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsklassen).

## 5.6 Errichtung Kläranlage

Planung: Es ist die Errichtung einer Kläranlage nördlich der geplanten Lkw-Einfahrt vorgesehen. Das Gebäude soll eine Grundfläche von ca. 13,90 x 10,65 m erhalten und vollständig unterkellert werden.

Die Oberkante Fußboden (OKF-EG) des Erdgeschosses bzw. der sog. 'Ebene 0' wird in den zur Verfügung gestellten Plänen ([U5] und [U11]) mit +376,90 m NHN angegeben.

Die Oberkante Fußboden des Kellergeschosses (OKF-KG) bzw. der sog. 'Ebene -1' wird in g.g. Plänen mit -2,85 m gegenüber der OKF-EG ausgewiesen und wird damit bei ca. +374,05 m NHN zu liegen kommen.

Unter Annahme einer vermutlich 0,5 m mächtigen Kellergeschoss-Bodenplatte, kommt die Unterkante dieser Bodenplatte bei ca. +373,55 m NHN zu liegen.

Die frostfreie Gründung des Plangebäudes kann in der Frosteinwirkungszone II ab 1,0 m unter zukünftiger GOK erfolgen, was aufgrund der vorgesehenen Unterkellerung ohnehin eingehalten wird. Die zukünftige GOK wird direkt am Gebäude bei +376,88 m NHN und damit deutlich oberhalb der aktuellen GOK vorgesehen.

Maßgeblich sind die Untergrundverhältnisse der Bohrungen B25 und B26 der aktuellen Geländekampagne.

### Relevante Gründungshöhen:

<b>OKF Kläranlage Ebene 0 (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,90 m NHN</b>
<b>OKF Kläranlage Ebene -1</b>	<b>= +374,05 m NHN (OKF EG - 2,85 m)</b>
<b>UK KG-Bodenplatte</b>	<b>= +373,55 m NHN (OKF EG - 3,35 m)</b>
<b>lokale GOK (Bereich B25 und B26)</b>	<b>= +374,97 m NHN (OKF - 1,93 m)</b>
<b>GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,79 m NHN (OKF - 2,11 m)</b>
<b>Grundwasser (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +373,19 m NHN (OKF - 3,71 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,6 m unter aktueller GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Innerhalb des Gründungs-/Lastabtragsniveaus werden folgende Baugrundverhältnisse erwartet:

- Boden UK KG-Bodenplatte +373,55 m NHN: Die Unterkante der KG-Bodenplatte kommt im Bereich von weichen bis z.T. weich-breiigen Fluviatilschluffen zu liegen, die nicht unmittelbar gründungsg geeignet sind. Bis in Tiefen von ca. 5 m unter örtlicher GOK stehen ebenfalls gering konsistente Schluffe an. Es werden somit baugrundverbessernde Maßnahmen deutlichen Umfangs erforderlich, um zumindest eine moderate 'Bodenpressung' im Baufeld zulassen zu können.
- Grundwasser konnte im Untersuchungszeitraum bei ca. 1,8 m unter mittlerer GOK aufgezeigt werden (= +373,19 m NHN). Es existiert ein Anstiegspotenzial. Der Bemessungswasserstand ist aufgrund des Anstiegspotenzials auf ca. 0,6 m unter der mittleren Geländeoberkante bei einem Niveau von +374,4 m NHN anzusetzen. Erdberührte Bauteile wie die Unterkellerung sind somit gemäß DIN 18 533 Lastfall W2.1-E abzudichten ('mäßige Einwirkung von drückendem Wasser < 3,0 m Wassersäule'). Von statischer Seite ist entsprechend dem Bemessungswasserstand der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

**Gründungsvorschlag:** Bei vorliegenden Bodenverhältnissen kann die Gründung des unterkellerten Plangebäudes über eine elastisch gebettete und bewehrte Kellergeschoss-Bodenplatte auf einem mindestens 1,0 m mächtigen Bettungspolster aus einem gütegeprüften Schotter/Kies-Sand-Gemisch durchgeführt werden (**Plattengründung**).

Zunächst muss maßnahmenvorlaufend eine qualifizierte Grundwasserabsenkung bis mindestens 0,5 m unter maximaler Aushubsohle durchgeführt werden. Anschließend sollte eine Baugrube bis 1,0 m unter UK KG-Bodenplatte bei einem Niveau von +372,55 m NHN ausgehoben werden. Nach einer ingenieurgeologischen Abnahme des Erdplanums sollte vor dem Aufbau des Bettungspolsters flächig die Auflage eines Trennvlieses (Geotextil; Qualität: 'GRK 3') erfolgen. Durch das Geotextil wird nachweislich die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des aufzubringenden Mineralgemisches erhöht.

Anschließend sind unter der Bodenplatte mindestens 1 m gütegeprüfter Schotter oder Kies-Sand (Eigenschaften siehe unten) lagenweise einzubauen und ordnungsgemäß (dynamisch) zu verdichten. Auf dem nachweislich verdichteten Bettungspolster kann anschließend die elastische Bettung der KG-Bodenplatte erfolgen.



### 5.6.1 bauteilbezogene / spezielle Hinweisgebungen

Frostsicherheit: Die frostfreie Gründung des Gebäudes kann ab 1,0 m unter der zukünftigen Geländeoberkante erfolgen. Bei der geplanten Unterkellerung der Kläranlage besteht bereits eine frostfreie Einbindung der Gründungkörper.

zeitliche Durchführung der Tiefbauarbeiten: Die Auskofferungs- und Erdplanumsarbeiten für das Bauteil Kläranlage sollten unbedingt während einer trockenen Wetterlage durchgeführt werden, um keine erhöhten Grundwasserstände und damit ggf. einen erhöhten bautechnischen Aufwand bzw. die Notwendigkeit einer zusätzlich intensivierten Wasserhaltung/Grundwasserabsenkung zu riskieren.

‘Schneidbestückung’: Der Aushub sollte mit einer Baggerschaufel ohne Zähne (‘Schneidbestückung’) durchgeführt werden, um unnötige Auflockerungen zu vermeiden. Die Baufläche darf keinesfalls nicht mit Radfahrzeugen befahren werden, um das Planum nicht zu zerstören. Der Aushub ist ‘rückschreitend’ und der Schottereinbau ‘vor-Kopf’ vorzunehmen.

Verbau: Nach DIN 4124 sind Baugruben ab Tiefen von > 1,25 m grundsätzlich zu böschen oder zu verbauen.

Außerhalb dann u.U. bereits bestehender Straßen- und Wegetrassen bzw. in Bereichen/Abschnitten mit ausreichend Abstand zu Gebäuden oder sonstigen Bauwerken kann die Kellerbaugrube in geböschter Bauweise errichtet werden. Die Böschungen können unter  $\beta = 45^\circ$  hergestellt werden, sofern die Böden nicht wassergesättigt vorliegen.

Bei einem Abböschten ist die Verkleidung der Baugrubenwände mit einer windgesicherten Folie als Schutz vor Aufweichungen notwendig. Wassergesättigte bzw. nicht entwässerte Bereiche dürfen nicht geböscht werden und erfordern einen Verbau nach DIN 4124. Die Böschungskanten sollten auf einer Mindestbreite von  $b \geq 2$  m lastfrei gehalten werden (keine Befahrung, Zwischenlagerung von Material, Kranaufstellung, etc.).

Sollten örtlich zu geringe Abstände der zu öffnenden Grube zu dann bereits bestehenden Bauteilen vorliegen, wird zum Einsatz eines bezüglich der dann vorliegenden Anforderungen optimal angepassten und statisch bemessenen Verbaus geraten. Da die diesbezüglichen Anforderungen zum aktuellen Kenntnisstand nicht bekannt sind, seien an dieser Stelle lediglich mögliche Verbauarten benannt.

- 1.) Trägerbohlwandverbau (hier v.a. ‘Berliner Verbau’)
- 2.) Spundwandverbau
- 3.) Tangierende oder überschnittene Bohrpfahlwände

Wasserhaltung: Der Grundwasserflurabstand betrug im Untersuchungszeitraum im Mittel rund 1,8 m unter GOK (= i.M. ca. +373,19 m NHN). Es existiert ein Grundwasser-Anstiegspotenzial. Aufgrund der geplanten Unterkellerung wird eine bauzeitliche Grundwasserabsenkung notwendig.

Bauzeitlich ist das Untergrundwasser bis mind. 0,5 m unter (tiefster) Aushubsohle abzusenken. Ausgehend von einem maximalen Aushubniveau von +372,55 m NHN (= Unterkante 1,0 m Bettungspolster) wird eine Absenkung bis mindestens +372,05 m NHN notwendig werden. Bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird somit eine Absenkhöhe von rechnerisch ca. 1,14 m zu gewährleisten sein.

**Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen wird eine vorlaufende Entwässerung bzw. Grundwasserabsenkung durch eine baugrubenumlaufende ´geschlossene´ Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filteranlage mit Bohrfiltern oder vertikale Bohrbrunnen bzw. sogenannte ´Flachhaltungen´) erforderlich. Neben der reinen Grundwasserabsenkung muss auch eine Stabilisierung und eine gewisse Konsistenzhöhung der lastabtragenden Fluviatilschluffe erfolgen.**

Die Vorlage ´breiiger´ Konsistenzen zur Tiefe, wie sie im Rahmen der bodenmechanischen Versuche (siehe Kapitel 4.1) für die Bodenprobe B25/4 nachgewiesen wurden, müssen durch die Wasserhaltung in mindestens ´weiche bis weich-steife´ Konsistenzen überführt werden. Auch dieser Punkt ist im Rahmen der in Kapitel 5.1 aufgeführten ´Probeabsenkungen´ zu verifizieren.

Weiterhin muss ein hydraulischer Grundbruch verhindert werden, da aufgrund der örtlichen Bodenschichtung das Auftreten von (deutlich) ´gespanntem Grundwasser´ anzunehmen ist. Hier ist eine Entlastung/Entspannung durch die Wasserhaltung herbeizuführen, wofür anfänglich der Maßnahme die Platzierung von Absenkpunkten im eigentlichen Baufeld erforderlich werden kann, die **baufortschreitend entfernt werden müssen**.

Bauzeitlich sollten zudem ergänzende Pumpensümpfe (´offene Wasserhaltung´) innerhalb der Kellerbaugrube eingeplant werden, um die ´geschlossene Wasserhaltung´ zu unterstützen.

Wegen der lediglich punktuellen Bohrungen ist es nicht vollständig auszuschließen, dass bei den zu entwässernden Böden auch wechselnde und somit auch *höhere* Grobkornanteile und somit ggf. auch höhere Durchlässigkeiten im abzusenkenden Profilbereich auftreten können.

**Aufgrund der hohen und möglicherweise wechselnden Feinkornanteile sind die vorgefundenen Böden hinsichtlich der Wasserabsenkung als eindeutig ‘schwierige Böden’ zu klassifizieren. Es sollte die Verwendung von sog. ‘Oto-Filtern’ geprüft werden.**

Die zu installierenden Saugleitungen bedürfen eines **erhöhten Überwachungsaufwandes**, da eine Beschädigung einer Leitung alle angeschlossenen Brunnen unwirksam werden lässt.

Die Einbindetiefe der Brunnen/Lanzen bedarf der Spezifizierung durch den Absenker. Es muss das gesamte Bodenprofil zuverlässig entwässert werden. Detailfestlegungen müssen vom Absenker vorgenommen werden. Der Brunnen-/Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Den angefragten Firmen sollte für die Angebotserstellung das Gutachten zur Verfügung gestellt werden.

Die Absenkung benötigt eine ausreichend lange Vorlaufzeit (geschätzt > 2 Wochen) und muss permanent und ausfallgesichert in Betrieb bleiben bis ein ausreichender ‘Gegendruck’ durch das Plangebäude vorliegt. Diesbezüglich ist das statischerseits zu erstellende Auftriebssicherungskonzept zu beachten. Die baugrubenumlaufenden Brunnen/Lanzen müssen durchgängig einen ‘geschlossenen’ Ring um das Baufeld bilden. Die Wiedereinleitung der anfallenden Wässer ist sicherzustellen.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten. Die Grundwasserabsenkung sollte nicht länger als unbedingt notwendig betrieben werden (Hintergrund: ggf. ‘organische Böden und/oder Torfe’ im [näheren] Umfeld).

**Grundsätzlich sollte hierfür ein nach Möglichkeit örtlich erfahrenes Unternehmen beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen und den lokalen Untergrundgegebenheiten besitzt.**

An dieser Stelle wird deutlich darauf hingewiesen, dass bei den hauptsächlich zu entwässernden, gering durchlässigen Fluvial-Schluffen nur ein ‘kleiner’ Absenktrichter entsteht. Eine tatsächliche Grundwasserabsenkung innerhalb der tieferliegenden Kiese sollte aufgrund der Ergiebigkeit und hohen Reichweite vermieden werden.

Die Reichweite des Absenktrichters kann nach SICHARDT (1928) angegeben werden und richtet sich nach den anstehenden Böden und der Absenkhöhe.

Absenkmengen / Wiedereinleitung: Bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird von einer anfänglichen Absenkhöhe von ca. 1,14 m (s.o.) bei einem Durchlässigkeitsbeiwert der zu entwässernden Fluviatil-Schluffe von ca.  $k_f \sim 2 \times 10^{-8}$  m/s (s. Kap. 4.1) und einem Baugrubenumfang von ca. 70 lfdm ausgegangen. Daraus ergibt sich eine anfängliche Entnahmemenge von ca.  $< 5$  m<sup>3</sup>/h. Nach Erreichen des stationären Zustandes werden noch Entnahmemengen von  $< 1$  m<sup>3</sup>/h erwartet. Ein nennenswerter dauerhafter Wasserzutritt aus den Fluviatil-Kiesen ist hierbei ausdrücklich nicht berücksichtigt.

Die Reichweite des Absenktrichters kann nach SICHARDT (1928) bei einer konkreten Absenkhöhe von ca. 1,14 m mit ca.  $< 5$  m angegeben werden. Entsprechend wird die Umgebung allenfalls kleinräumig von der Absenkung betroffen sein.

Die anfallenden Wassermengen können nach theoretischen Berechnungen lediglich abgeschätzt werden. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die gelieferten Ausführungen auf Annahmen beruhen und somit keine exakten Werte darstellen und lediglich als orientierende Größenordnungen anzusehen sind. Insbesondere hier besteht Klärungsbedarf mit der abzusenkenden Firma hinsichtlich der einsetzbaren Gerätschaften.

Die Möglichkeiten zur Wiederversickerung der anfallenden Wässer sind entsprechend zu dimensionieren und mit der zuständigen Behörde des Landratsamtes abzustimmen. Hier sollten die Details zur Wiederversickerung geklärt werden (Entfernung zur Entnahme, Herstellung einiger weniger dafür leistungsfähigerer Einleitpunkte oder einer größeren Anzahl weniger leistungsfähiger Einleitpunkte, etc.).

**Es bietet sich an dieser Stelle das Monitoring von grundwasserabsenkenden Maßnahmen in den bestehenden Grundwassermessstellen an.**

ingenieurgeologische Abnahme: Im Besonderen ist die Vorlage von mindestens weich-steif konsistenten Fluviatil-Schluffen auf der Aushubsole der Baugrube nachzuweisen. Hierüber ist auch die ausreichende Wirksamkeit der Wasserhaltung zu dokumentieren. Bei der Abnahme erkannte organische Böden sind zusätzlich aufzunehmen und durch Güteschotter zu ersetzen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

außenseitiger Horizontalüberstand: Der Einbau geeigneten Materials muss im außenseitigen Überstandsbereich erfolgen. Der Horizontalüberstand (Außenkante Bodenplatte - OK Abtreppung Auftragsmaterial zur Außenseite) muss mindestens der späteren Gesamtaufbauhöhe entsprechen. Das Auftragsmaterial sollte am außenseitigen Ende des Überstandes unter maximal 45° einfallen.

Geotextil: Auf das Erdplanum sollte zunächst die Auflage eines Geotextils erfolgen und seitlich bis zur Unterkante der Bodenplatte 'hochgezogen' werden (Vorschlag: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , Stempeldurchdrückkraft  $F_{P,5\%} \geq 1,5 \text{ kN}$ ; Bemessungsfall AS 3/AB 2). Durch das Geotextil erfolgt eine Trennung von Erdplanum und aufzubringendem Mineralgemisch, wodurch die Verdichtungsfähigkeit und Langlebigkeit des darüber aufzubauenden Bettungspolsters nachweislich erhöht wird.

Bodenplattenunterbau: Das mindestens 1,0 m mächtige Bettungspolster unter der Bodenplatte ist durch ein **gütegeprüftes** Mineralgemisch (Beschaffenheit siehe 'Material') aufzubauen und auf 100 % Proctordichte zu verdichten. Die Einbau-Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf OK Schotter/Kies-Sand (= Planum Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80\text{-}100 \text{ MPa}$  nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Forderung).

Material: Das Mineralgemisch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Körnung z.B. 0/45 mm; Forderung funktionsspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter: 45°). Das Bettungsmaterial sollte zudem einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen,

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit o.g. gütegeprüften Mineralgemisch erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit  $D_{Pr} > 100 \%$  Proctordichte erfolgen.

Verdichtungsüberprüfungen: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Bettungspolster unterhalb der Bodenplatte sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) kontrolliert werden. Auf der OK des ordnungsgemäß eingebauten Ersatzmaterials sollten Plattendruckversuche das o.g.



Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 - 100$  MPa nachweisen (abhängig von der statischen Forderung).

Trockenhaltung der Bauwerke: Der 'ungünstigste' Bemessungswasserstand ist für den Faktor Stauwasser in Höhe der im Untersuchungszeitraum angetroffenen mittleren Geländeoberkante bei einem Niveau von rund +375 m NHN anzusetzen. Bei vorliegenden Planunterlagen ist einer Grundwasserbeeinflussung der Unterflurbauteile gemäß DIN 18 533 Lastfall W2.1-E entgegen zu wirken ('mäßige Einwirkung von drückendem Wasser < 3,0 m Wassersäule').

Dies gilt ausdrücklich nur unter der Prämisse, dass die Verfüllung der Arbeitsräume mit dem o.g. 'stark durchlässigen' Schotter-/Kies-Sandmaterial erfolgt. Wird weniger gut durchlässiges Material verwendet, ist gemäß DIN 18533 u.U. die Anpassung des diesbezüglich maßgeblichen Stauwasser-Bemessungswasserstandes erforderlich.

Unabhängig hiervon sollten die Hinweise der DIN 18 195 ('Bauwerksabdichtung') und der Normenreihe DIN 18531 – DIN 18535 beachtet werden. Bei der Auswahl eines geeigneten Betons sind die 'Expositionsklassen für Betonbauteile' zu berücksichtigen. Von statischer Seite ist entsprechend dem Bemessungswasserstand der Faktor Auftrieb zu berücksichtigen.

### **5.6.2 Errichtung der KG-Bodenplatte (Plattengründung)**

Vorschlag Gründungsart / Bauweise: Bei vorliegenden Untergrundverhältnissen wird der Lastabtrag des unterkellerten Gebäudes über eine elastisch gebettete Bodenplatte auf einem mindestens 1,0 m mächtigen Bettungspolster angeraten (Plattengründung).

Es wird folgender möglicher zeitlicher Ablauf zur Gründung der Kläranlage vorgeschlagen:

- Wasserhaltung: Maßnahmenvorlaufend ist eine qualifizierte Grundwasserabsenkung (= geschlossene Wasserhaltung) bis mind. 0,5 m unter der maximalen Aushubtiefe durchzuführen (Absenkung bis ca. +372,05 m NHN); später auch unterstützend durch eine offene Wasserhaltung.
- Aushub: Auf Basis der eingangs genannten, teilweise angenommenen Planhöhen (s.o.) sollte anschließend ein Erdplanum bis 1,0 m unter UK KG-Bodenplatte bei einem Niveau von ca. +372,55 m NHN rückschreitend ausgehoben werden. Die Böden dürfen dabei nicht in ihrer natürlichen Lagerung gestört werden (→ Schneidbestückung).



- Böschchen/Verbau: Aushubbegleitend sind die Baugrubenwände fachgerecht zu böschchen bzw. wenn nötig zu verbauen.
- Abnahme: Durch eine ingenieurgeologische Abnahme des Erdplanums sollten die Ergebnisse der Voruntersuchungen mit den tatsächlichen Verhältnissen auf dem Erdplanum verglichen werden. Organische Böden sind zusätzlich aufzunehmen und durch gütegeprüftes Mineralgemisch zu ersetzen. Die ausreichend hohe Konsistenz des Erdplanums ist zu belegen.
- Geotextil: Auflage eines Geotextils auf das Erdplanum (Güte: GRK 3; s.o.). Das Geotextil sollte seitlich bis OK Schotter/Kies-Sand 'hochgezogen' werden. Es bewirkt eine Trennung von Erdplanum und dem weiteren Auftragsmaterial und erhöht nachweislich die Verdichtbarkeit und Langlebigkeit der Bettung.
- Schotter/Kies-Sand: Das mindestens 1,0 m mächtige Massendefizit unter der KG-Bodenplatte ist durch Gütematerial (Beschaffenheit s.o.) aufzubauen und fachgerecht (dynamisch) zu verdichten. Eine Gesamtmächtigkeit von mindestens 1,0 m ist sicherzustellen.
- Überstand: Der Schotter/Kies-Sand sollte im deutlichen Überstand eingebaut werden, so dass der Lastabtragswinkel von 45° gewährleistet ist.
- Plattendruckversuche: Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums sollte mittels Verdichtungsüberprüfungen (dynamische Plattendruckversuche) vor der Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter/Kies-Sand:  $E_{v2} \geq 80 - 100 \text{ MPa}$ ).
- KG-Bodenplatte Kläranlage: Auf dem nachweislich verdichteten Bettungspolster kann die bewehrte Bodenplatte elastisch gebettet werden.
- Arbeitsräume: Nach der Errichtung des KG sollte eine qualifizierte Rückverfüllung und Verdichtung des Böschungsbereichs und des Arbeitsraums der Kellerbaugrube mit Gütematerial durchgeführt werden. Es sollten zum Bestandsschutz möglichst erschütterungsarme Verfahren nach Wahl des AG zum Einsatz kommen.

Bodenpressung / Bettungsmodul (Bodenplatte: Angaben der Eingangsparameter für die FEM-Berechnung): Die Berechnung der Fundamentplatte sowie der Setzungen und Sohldruckverteilung erfolgt von Seiten der Statik nach der Finite-Elemente-Methode (FEM). Um bei g.g. Verfahren den Bettungsmodul  $k_s$  im Voraus genau zu bestimmen, müsste man - da der Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohldruckverteilung und Setzung ergibt - theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld kennen, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tab. 16a und 16b), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden. Es wird von einer Gründung auf einer ordnungsgemäß verdichteten und mindestens 1,0 m mächtigen Sauberkeitsschicht aus Gütematerial ausgegangen. Das zuvor einzubauende Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst.

**Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Grundlage vorangegangener Absprachen und Ergebnisse der Vorstatik auf  $\sigma_{E,k} \sim 125 \text{ kN/m}^2$  begrenzt ( $\sigma_{R,d} = 180 \text{ kN/m}^2$ ) und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE keinesfalls überschritten werden.**

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass . Die Länge der längsten Wandscheibe wird mit 13,9 m angegeben (‘Ersatzfläche’ = 13,9 m x 1,0 m). Ein Ansatz von Untergrundnässe erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen aus dem Untersuchungszeitraum 2022. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 28 zu entnehmen.

Sohlspannung $\sigma$ / Unterbau	‘Ersatzfläche’	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
$\sigma_{E,k} \sim 125 \text{ kN/m}^2$ / 1,0 m Bettungspolster	13,9 x 1,0 m	ca. 2,37 cm	5,3 MN/m <sup>3</sup>

**Tabelle 28:** Orient. Setzungsberechn. / Eingangs-Bettungsmodul (KG-Bodenplatte)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne größere Setzungsunterschiede auftreten. Die Setzungsdifferenzen betragen rechnerisch < 1 cm, was in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion führt.

Bettungsmodul: Es sollte zunächst ein Bettungsmodul von  $k_s = 5 \text{ MN/m}^3$  angenommen werden. Da der Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der ‘Finite-Elemente-Methode’ zu sehen.

Es muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass ohne einen erheblichen bautechnischen Mehraufwand (deutlich mächtigeres Bettungspolster inkl. entsprechend intensiver Wasserhaltung oder spezialtiefbautechnische Maßnahmen) kein signifikant höherer Bettungsmodul  $k_s$  hergestellt werden kann. Grund hierfür sind die im Lastabtragsbereich der Kläranlage in deutlicher Mächtigkeit verbleibenden, allenfalls mäßig hoch konsistenten Fluviatil-Schluffe.

## 5.7 Hinweisgebung Errichtung PZ-Gebäude / Verwaltungstrakt

Planung: Es ist die Errichtung eines freistehenden U-förmigen Gebäudes als sogenanntes 'PZ Weichering' geplant ('Frachthalle'). Das Gebäude soll eine Grundfläche von etwa 270 m Länge und 126 m Breite (größte Länge x Breite) erhalten und nicht unterkellert werden.

An der Südwestecke der Frachthalle wird ein Verwaltungsgebäude angegliedert, welches eine Grundfläche von etwa 81 m Länge und 14 m Breite (größte Länge x Breite) erhalten und ebenfalls nicht unterkellert werden soll. Es werden die unten aufgeführten Planhöhen angenommen.

Annahmen zur Gründung: Unmittelbar relevant sind die Untergrundverhältnisse im Bereich der Bohrungen B28 – B34, B40, B42 – B44, B47 – B49, B51 – B53, B60, B72 – B78, B85, B86, B88, B93 – B99, B104 und B106 der aktuellen Geländekampagne.

Geplant ist die Errichtung der Bodenplatte vermutlich als herkömmliche, mattenbewehrte Konstruktion.

Die Gründung der Halle erfolgt typischerweise über Einzelfundamente (Stützenfundamente), wohingegen der Verwaltungsbau (Umfeld B93, B104 und B106) vermutlich (auch) Streifenfundamente erhält.

Genauere Angaben zur geplanten Gründungstiefe der Einzel- und Streifenfundamente liegen nicht vor. Grundsätzlich müssen die Fundamente frostfrei bei mind. 1,0 m unter zukünftiger GOK gründen. Gemäß den vorliegenden Schnittdarstellungen der Unterlagen [U10] und [U11] kommt die zukünftige Geländeoberkante im Bereich der Andocktore und somit im absolut überwiegenden Teil des Gebäudes bei 1,25 m unter Oberkante Fußboden und damit bei +376,35 m NHN zu liegen.

Die eigentlichen Fundamentgründungshöhen stellen somit weiterhin Annahmen dar, die von bestehenden Standorten abgeleitet wurden.

Es werden somit vermutlich die nachfolgend aufgeführten Plan-/Gründungshöhen relevant sein:

<b>OKFF EG (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +377,60 m NHN</b>
<b>UK EG-Bodenplatte</b>	<b>= +377,35 m NHN (OKF - 0,25 m)</b>
<b>zukünftige GOK am Gebäude</b>	<b>= +376,35 m NHN (OKF - 1,25 m)</b>
<b>UK Fundamente (überwiegend)</b>	<b>= +375,35 m NHN (OKFF - 2,25 m)</b>
<b>mittlere GOK (o.g. Bohrungen)</b>	<b>~ +375,06 m NHN (OKFF - 2,54 m)</b>
<b>mittlere GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,67 m NHN (OKFF - 2,93 m)</b>
<b>Grundwasser (aktuelle Untersuchungen)</b>	<b>~ +373,19 m NHN (OKF - 3,71 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,6 m unter aktueller GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse:

Boden (Bodenplatte): Die Bodenplatte kommt deutlich oberhalb der aktuellen mittleren GOK zu liegen. Nach Abzug der Oberböden aus den zu überbauenden Flächen ist das vorliegende Massendefizit qualifiziert auszugleichen.

Boden (Fundamente): Auf dem Fundament-Gründungsniveau liegt, auf Grundlage der oben dargestellten Höhensituation, nach Abzug der Oberböden ein stark unterschiedlich ausgeprägtes Massendefizit zwischen ca. 0,2 – 1,2 m bis zur OK Erdplanum vor, welches als Sowieso-Aufwand vorab auszugleichen ist.

Etwa in den nordwestlichen 2/3 des geplanten Frachthallenstandorts können dabei auf Erdplanum zunächst aufgeweichte Fluvial-Schluffe anstehen. Die Mächtigkeit dieser Aufweichungen beträgt im äußersten Nordwesten der Frachthalle bis zu ca. 2 m ab GOK und reduziert sich in östlicher und südlicher Richtung auf wenige Dezimeter. Etwa im östlichen Drittel und entlang der 200er-Seite werden auf Erdplanum keine nennenswerten Mächtigkeiten an Fluvial-Schluffen mehr erwartet. Es liegen dort bereits ab OK Erdplanum überwiegend dicht gelagerte Fluvial-Kiese vor, die in den westlichen bis nordwestlichen Abschnitten der Frachthalle erst zur Tiefe hin folgen.

**Beurteilung: Die oberflächennah anstehenden Böden sind bei Vorlage weicher Fluvial-Schluffe nicht unmittelbar ausreichend gründungsg geeignet. Hier ergeben sich (mindestens) zwei unterschiedliche Herangehensweisen zu Gründung. Die Fluvialkiese in mindestens mitteldichter Lagerung stellen dagegen einen (unmittelbar) gründungsg geeigneten Baugrund dar.**

Grundwasser: Innerhalb der Bohrungen konnte an den Untersuchungstagen erst unterhalb der gründungsrelevanten Tiefe Grundwasser erbohrt werden. Lokal wurde eine Nässebeeinflussung durch Stauwasser erkannt.

Der Bemessungswasserstand für den Faktor 'Stauwasser' wird zum aktuellen Kenntnisstand in Höhe der aktuellen GOK angenommen.

Eine zeitweilige Nässebeeinflussung der Fundamente oder lokaler Tieferführungen durch Stau- und/oder Grundwasser kann somit zum aktuellen Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden.

Eine Nässebeeinflussung der Bodenplatte durch Untergrundnässe wird bei einer entsprechenden Heraushebung gegenüber dem Urgelände nicht erwartet und kann durch weitere bautechnische Maßnahmen unterbunden werden.

**Gründungsvorschläge Bodenplatte**: Nach Abzug der Oberböden muss zunächst das Massendefizit bis 0,5 m unter UK Bodenplatte ausgeglichen werden, wofür bis 0,5 m u.UK Bodenplatte sog. V1-Material verwendet werden kann.

Anschließend ist ein gütegeprüftes Mineralgemisch (Mindestgüte: 'Frostschuttschicht') lagenweise bis UK Bodenplatte fachgerecht einzubauen. Hierauf gründet die Bodenplatte.

Bei Anfall von nicht mehr als den in Kapitel 5.7.1 angesetzten Lasten im Bereich der Bodenplatte, wird die vorlaufende Entfernung aller bindigen Böden auf Erdplanum nicht erforderlich (positiver Effekt der Kombination aus Last und Heraushebung). Offensichtliche Aufweichungen sind jedoch immer zu entfernen.

**Gründungsvorschläge Fundamente**: Es wird davon ausgegangen, dass nach Möglichkeit hohe 'Bodenpressungen' realisiert werden sollen (mindestens Niveau wie [V2]), um die Fundamentabmessungen kompakt halten zu können.

Grundsätzlich sind nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE zwei Vorgehensweisen zur Herstellung ausreichender Gründungsbedingungen denkbar, die letztlich hinsichtlich ihres bautechnisch-wirtschaftlichen Aufwandes planerischerseits zu bewerten sind.

Variante 1 (siehe Kapitel 5.7.2.1): Die in Teilen des Erdplanums vorliegenden bindigen Böden können im Bereich der Fundamente in-situ verbleiben (punktartig), sofern diese zum Zeitpunkt der Freilegung in mindestens weich-steifer Konsistenz vorliegen. Bindige Böden in weich-breiiger oder weicher Konsistenz sind nach wie vor zu entfernen. Die Massendefizite werden zunächst qualifiziert ausgeglichen.

Ab OK Schotter/Kies-Sand wird eine Gründung über in Beton tiefergeführte Einzel- oder Streifenfundamente auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiesen empfohlen.

Die zuvor auf Erdplanum belassenen bindigen Böden sind hierbei zu durchhörern, weshalb die Areale, in denen bindige Böden auf Erdplanum verblieben sind katastermäßig erfasst werden sollten. Die katastermäßige Erfassung ist auch deshalb sinnvoll, da die Fundamente in Bereichen, in denen keine bindigen Böden auf Erdplanum verblieben sind gemäß der unten beschriebenen Variante 2 ausgeführt werden können. Baugrundverbessernde Schotter-/Kies-Sandpolster, o.ä. werden hingegen nicht favorisiert.

Bei dieser Variante werden die Arbeiten auf Erdplanum nach Möglichkeit minimiert, dafür wird bei der Erstellung der Fundamente ein teilweise höherer Aufwand entstehen.

Variante 2 (siehe Kapitel 5.7.2.2): Sämtliche bindige Böden auf Erdplanum der Fundamente werden unabhängig von der vorliegenden Konsistenz und mit ausreichendem Überstand, d.h. im zukünftigen Druckausbreitungswinkel der Fundamente, entfernt (achsenweise/rasterartig). Das dann vorliegende – gegenüber der Variante 1 – größere Massendefizit wird qualifiziert ausgeglichen.

Ab OK Schotter/Kies-Sand erfolgt die (frostfreie) Gründung der Fundamente ohne Tieferführungen innerhalb des Massendefizitausgleichs.

Bei dieser Variante fällt auf Erdplanum ein erhöhter Aufwand an, dafür kann die Erstellung der Fundamente rascher erfolgen.



### 5.7.1 Ausgleich von Massendefiziten / Bodenplattenerrichtung

Vorliegende organische Böden/Mutterböden sind vorher abzuschleifen. Sonstige Überschussmassen sind gemäß den Festlegungen des Kapitels 3 zu behandeln. Das vorhandene Massendefizit ist wie unten beschrieben zu verfüllen.

**Die Bodenplatte gründet auf dem als Massendefizitausgleich (Sowieso-Aufwand) einzubauenden Bettungspolster. Es sollte eine Mächtigkeit des gütegeprüften Mineralgemisches von mindestens 0,50 m vollflächig vorliegen.**

- Angeratene Gründungsmaßnahmen:

- Rückschreitender Abzug der o.g. Oberböden mit 'Schneide / Flachlöffel'.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei müssen die Organikfreiheit und vollständige Entfernung von offensichtlichen Aufweichungen (weich-breiiger oder weicher Böden) nachgewiesen werden.
- Die bindigen Böden auf Erdplanum dürfen keinesfalls dynamisch nachverdichtet oder ungeschützt befahren werden.
- Auf das abgenommene Erdplanum sollte ein Geotextil (Details siehe unten) aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter/Kies-Sand hochgezogen werden.
- Ausgleich sonstiger Massendefizite bis 0,5 m unter UK Bodenplatte mit V1-Material.
- Auf das Erdplanum/V1-Material sollte 'vor-Kopf' eine mind. 50 cm mächtige Schotter-/Kies-Sandlage (Beschaffenheit siehe unten) in zwei Einbaulagen aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden.
- Die ordnungsgemäße und ausreichende Verdichtung des Gründungsplanums für die Bodenplatte sollte mittels Verdichtungsüberprüfung (Plattendruckversuche) vor Gründung kontrolliert werden (Forderung Gründungsplanum auf OK Schotter/Kies-Sand:  $E_{v2} \geq 100-120$  MPa).

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen im Untersuchungszeitraum wird für die hier beschriebenen Arbeiten eine 'offene' Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) und Stauwasser zu fassen und abzuleiten. Die Anzahl einzusetzender Pumpen, die Schlauchlängen, etc. sind entsprechend der erheblichen Größe des Baufeldes anzupassen. Der Planumsschutz obliegt dem AN und ist gemäß ZTV E-StB auszuführen.

Geotextil: Zur Trennung von Erdplanum und Auftragsmaterial sollte auf das Erdplanum des hier beschriebenen Areals **vollflächig** ein Geotextil aufgelegt werden, dessen Eigenschaft wie folgt festgelegt werden: Geotextilrobustheitsklasse GRK 3, mechanisch verfestigt, Flächengewicht  $\geq 150$  g/m<sup>2</sup>, Stempeldurchdrückkraft  $F_P, 5\% \geq 1,5$  kN, Dyn. Durchschlagsversuch 22 mm nach DIN EN ISO 13433, Höchstzugkraft

MD - 6 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraft CMD - 10 kN/m nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung MD - 80 % nach DIN EN ISO 10319, Höchstzugkraftdehnung CMD - 60 % nach DIN EN ISO 10319, Wasserdurchlässigkeit  $V_{IH} 50 - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Bodenmechanische Anforderungen an ein Mineralgemisch zum Ausgleich von Massendefiziten (sog. V1-Material): Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf nur für den Ausgleich potenzieller Massendefizite unterhalb des frostsicheren RStO-Aufbaus oder bis maximal 0,5 m unterhalb der Bodenplatten von Gebäuden eingesetzt werden.

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

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V1 zugehörig ist. Die zulässigen Materialien werden gutachterlicherseits auf diejenigen der nach DIN 18 196 entsprechenden Bodengruppen GW, GI, SW, GU und GT beschränkt. Hiervon abweichend wird ein bindiger Anteil von max. 10 % als zulässig erachtet (Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Die neue BBodSchV fordert darüber hinaus, dass der Anteil mineralischer Fremdstoffe 10 Vol.-% nicht überschreitet und diese bereits beim Anfall enthalten sein müssen. Störstoffe sind nur in unvermeidbaren/vernachlässigbarem Maße zulässig.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 97 - 98 \%$  in Verbindung mit gleichzeitig nachzuweisenden Verformungsmoduln von  $E_{v2} > 70 - 80 \text{ MPa}$  gefordert. Das Material muss auf die Erfüllung beider vorgenannter Forderungen abgestimmt sein.

Vorgesehenes Einbaumaterial ist mit dem IB KLEEGRÄFE im Vorfeld hinsichtlich der geforderten bodenmechanischen Leistungen und der ausreichenden Homogenität bei den zu erwartenden erheblichen benötigten Einbaumassen abzustimmen.

Die ausreichende Leistungsfähigkeit ist durch die Anlage von Probefeldern zu verifizieren.

Zur Trennung von einem bindigem Erdplanum und dem kiesig-sandigen Auftragsmaterial sollte bereichsweise ein Geotextil auf das Erdplanum aufgelegt werden (Güte GRK 3; siehe oben).

Bettungspolster: Das Massendefizit von 0,5 m unter UK Bodenplatte bis UK Bodenplatte sollte mit einem **gütegeprüften** Mineralgemisch (Beschaffenheit siehe unten) aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf OK Schotter/Kies-Sand (= Planum Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100-120$  MPa, auch in Abhängigkeit der Lasten, nachgewiesen werden (in Abhängigkeit der statischen Erfordernisse).

Qualitätssicherung / Einbaukontrolle: Die Überwachung des Aufhöhungsmaterials sollte ingenieurgeologisch durchgängig überwacht werden. Es sollte dazu – unter Beachtung einschlägiger Richtlinien / Merkblätter – ein Qualitätssicherungsplan erstellt werden.

Material: Das Mineralgemisch sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (Körnung z.B. 0/45 mm; Forderung funktionspezifische Mindestgüte Frostschutzschicht, bzw. Schottertragschicht oder Kiestragschicht). Der Schotter/Kies sollte nach den *Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004* (TL Gestein-StB 04; aktuelle Ausgabe) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100$  % erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). Das Bettungsmaterial sollte zudem einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s erreichen, um die Abdichtung der Bodenplatte vereinfachen zu können.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit o.g. gütegeprüfem Mineralgemisch erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit  $D_{Pr} > 100$  % Proctordichte erfolgen.

Frostsicherheit: Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen ( $\geq 1,0$  m). Bei einer geplanten Einzelfundamentgründung müssen im randlichen Bodenplattenbereich gebäudeumlaufende *‘Frostschutzschürzen’* aus Beton eingebracht werden (*‘angehängte’* Frostschutzschürze).

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

Um bei g.g. Verfahren den Bettungsmodul  $k_s$  im Voraus genau zu bestimmen, müsste man - da das Bettungsmodul sich aus der Proportionalität zwischen Sohldruckspannung und

Setzung ergibt - theoretisch die Sohldruckverteilung und die Setzungen bereits im Vorfeld kennen, die sich jedoch erst aus den Berechnungsergebnissen ergeben.

Es werden die bodenmechanischen Eingangsparameter (siehe Tabellen 16a und 16b), das relevante Schichtmodell sowie orientierende Setzungsberechnungen zwecks Erhaltung eines Eingangs-Bettungsmoduls geliefert. Diese Setzungsberechnungen dienen lediglich der Gewinnung eines Eingangs-Bettungsmoduls und müssen durch die FEM spezifiziert werden.

**Die charakteristische (maximale) Beanspruchung des Baugrundes wird auf Basis von Annahmen und basierend auf Erfahrungswerten mit ähnlichen Bauwerken zunächst mit  $\sigma_{E,k} \sim 50 \text{ kN/m}^2$  angenommen ( $\sigma_{R,d} = 70 \text{ kN/m}^2$ ). Da der Hauptlastabtrag vermutlich über die Einzel-/Streifenfundamente erfolgt, werden im Bodenplattenbereich in erster Linie die Eigenlast und mögliche Verkehrslasten ausschlaggebend sein.**

Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Planstatik muss der vorgenannte Wert und die damit verbundene Hinweisgebung noch angepasst werden.

**Es sei an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen, dass bei Anfall deutlich höherer, als den o.g. Lasten, die Notwendigkeit entstehen kann, sämtliche bindige Böden auf Erdplanum vorlaufend zu entfernen, um einen ausreichend homogenen und tragfähigen Untergrund herzustellen.**

Es wird eine exemplarische Wandscheibe mit einer Länge von 50,0 m herangezogen ('Ersatzfläche' = 50,0 x 1,0 m). Ein Ansatz von Untergrundnäse erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen aus 2022. Das unterlagernde Geotextil ist rechnerisch nicht erfasst. Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 29 zu entnehmen.

Sohlspannung $\sigma$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
$\sigma_{E,k} \sim 50 \text{ kN/m}^2$ 50 cm Bettungspolster + V1-Material	50,0 x 1,0 m	ca. 0,1 cm	49,3 MN/m <sup>3</sup>

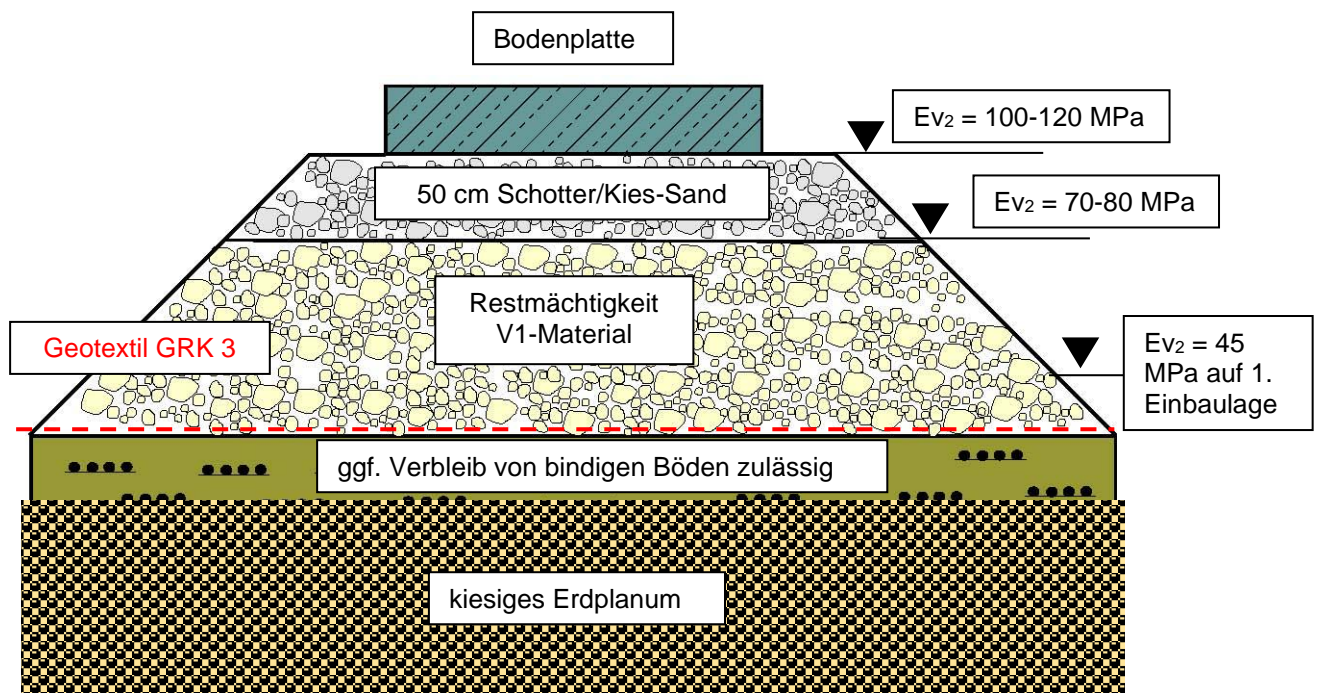
**Tabelle 29:** Orient. Setzungsberechnung / Eingangs-Bettungsmodul (EG-Bodenplatte)

Bei den genannten Setzungen handelt es sich um die Gesamtsetzungen, welche in dem relevanten Baugrund innerhalb gleichartig gegründeter Bauteile ohne nennenswerte Setzungsunterschiede auftreten.

Bettungsmodul: Es sollte für die Vorplanung zunächst ein Bettungsmodul von  $k_s = 45 \text{ MN/m}^3$  angenommen werden. Da das Bettungsmodul anhand der tatsächlich anfallenden Lasten berechnet wird, ist der angegebene Wert lediglich als Einstiegsgröße für die weiteren statischen Berechnungen nach der 'Finite-Elemente-Methode' zu sehen.

Trockenhaltung der Gebäude: Eine Grundwasserbeeinflussung der Bodenplatte wird nicht erwartet. Der einzubringende Schotter fungiert zudem als 'kapillarbrechende Schicht' mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,5 m. Das Material muss daher einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen. **Eine Abdichtung nach DIN 18533 W1.1-E wird in diesem Fall als ausreichend erachtet.**

Nachfolgend wird o.g. Gründungsvorschlag bei Beachtung der o.g. anfallenden Lasten schematisch skizziert.





### 5.7.2.1 Variante 1: Errichtung von Einzel-Fundamenten

Ausgangslage: Bindige Böden wurden auf Erdplanum belassen. Um zuverlässig 'hohe Bodenpressungen' gewährleisten zu können, wird in diesem Fall die Tieferführung von Fundamenten in den (katastermäßig erfassten) Bereichen erforderlich, in denen noch bindige Böden vorliegen.

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen im Untersuchungszeitraum wird eine 'offene' Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) zu fassen und abzuleiten.

Da die zum Zeitpunkt der Maßnahmendurchführung maßgebliche Gründungstiefen und vorherrschenden Grundwasserverhältnisse für die Ausführbarkeit der Gründung entscheidend sind, sollte der Grundwasserstand vor Maßnahmenstart aktualisiert und die Hinweisgebungen zur Wasserhaltung ggf. angepasst werden.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffnung der Einzel-/Streifenfundamentgruben sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse durch den Bodengutachter auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen. Es ist die Vorlage mindestens mitteldicht gelagerter Fluvial-Kiese auf geplantem Gründungsniveau zu verifizieren. Bindige Böden sind zu durchörten.

Gründungsvorschlag Einzelfundamente: Die auf herkömmlichen Gründungsniveau einer Fundamentgründung vorliegenden (Füll-)Böden des Massendefizitausgleich werden in der Variante 1 von teilweise deutlichen Restmächtigkeiten bindiger Böden unterlagert.

**Die geplanten Einzel-/Streifenfundamente müssen daher bis auf mindestens mitteldicht gelagerten Fluvial-Kies 'durchgegründet' werden. Auf den vorgenannten Böden können die Fundamente direkt gegründet werden.**

Fundamentgruben: Nach DIN 4124 sind Gruben/Gräben ab einer Teufe > 1,25 m zu verbauen / böschen. Das vorliegende nicht wassererfüllte bzw. entwässerte Lockergestein kann generell unter einem max. Böschungswinkel von  $\beta = 45^\circ$  geböscht werden, der aus Sicherheitsgründen nicht überschritten werden darf.

Die ab OK Schotter/Kies-Sand teils deutlich tiefer als 1,25 m auszukoffenden Fundamentgruben weisen vermutlich eine ausreichende temporäre Standfestigkeit auf, sodass bei sehr zügiger und koordinierter Arbeitsweise (abschnittsweises Arbeiten, Beachtung der Tagesleitung, direkt vor Ort befindlicher Transportbeton, etc.)



und unmittelbarer Verfüllung der tiefer geführten Abschnitte auf ein böschen/verbauen verzichtet werden kann.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Anhand der in den Tabellen 16a und 16b angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt.

Für die Einzelfundamente wird zunächst vereinfachend von einem quadratischen Grundriss ( $a/b = 1$ ) und typischen Fundamentbreiten von  $b = 2,0 - 3,0$  m ausgegangen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird analog zu [V2] mit einer Größenordnung von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  (Einzelfundamente) angenommen und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

Bei der g.g. Angabe sind Verkehrslasten, wie sie im Nahbereich von Andocktoren zu den relativ flachgründig abzusetzenden Einzelfundamenten nicht auszuschließen sind, bereits enthalten.

Einzelfundamente ( $a/b = 1$ )		
Einbindung	mind. 1,0 m u.GOK (zzgl. Unterbeton)	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$	400 kN/m <sup>2</sup>	
Tieferführung	mit Fundamentbeton (Güte $\geq$ C25/30)	
Gründung	Fluviatilkies, mindestens mitteldicht gelagert	
Gesamtsetzung $S_g$ bei Fundament- breite $b$	$b: 2,00 \text{ m}$	$S_g: 0,73 \text{ cm}$
	$b: 2,20 \text{ m}$	$S_g: 0,80 \text{ cm}$
	$b: 2,40 \text{ m}$	$S_g: 0,87 \text{ cm}$
	$b: 2,60 \text{ m}$	$S_g: 0,94 \text{ cm}$
	$b: 2,80 \text{ m}$	$S_g: 1,00 \text{ cm}$
	$b: 3,00 \text{ m}$	$S_g: 1,07 \text{ cm}$

**Tabelle 30:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente, Anlage 11.4)

**Für die Tieferführungen sollte Beton der Güte C25 (oder höherwertig) verwendet werden, um keinen zusätzlichen Lastabtragswinkel berücksichtigen zu müssen.**

Aufgrund der Gleichartigkeit des Untergrundes werden allgemein Setzungsunterschiede von gründungstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u < 1,0$  cm erwartet.

Setzungsunterschiede dieser Größenordnung führen bei derartigen Bauwerken in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

Bei einer typischen Systemweite der potentiellen Einzelfundamente von 7 m zwischen den Stützen werden Winkelverdrehungen von (deutlich)  $< 1:500$  auftreten.

Betonqualität / Trockenhaltung der Bauwerke: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand kann eine zeitweilige Nässebeeinflussung der Fundamente durch Grund- oder Stauwasser nicht ausgeschlossen werden. Diese Tatsache ist bei der Betonauswahl zu beachten (Stichwort Expositionsklassen, DIN EN 206-1:2001 / DIN 1045-2:2001).

### **5.7.2.2 Variante 2: Errichtung von Einzel-Fundamenten**

Ausgangslage: Alle bindigen Böden auf Erdplanum wurden entfernt. In diesem Fall ist die herkömmliche (frostfreie) Fundamentgründung innerhalb des Massendefizitausgleichs ausreichend, um gleichmäßig hohe Lasten zulassen zu können.

Wasserhaltung: In der Variante 2 wird eine 'offene' Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) zu fassen und abzuleiten.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskoffering der Einzel-/ Streifenfundamentgruben sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse durch den Bodengutachter auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen. Es ist die Vorlage mindestens mitteldicht gelagerter Füllböden des Massendefizitausgleichs auf geplantem Gründungsniveau zu verifizieren.

Gründungsvorschlag Einzelfundamente: Die auf herkömmlichen Gründungsniveau einer Fundamentgründung vorliegenden (Füll-)Böden des Massendefizitausgleich weisen eine unmittelbar ausreichende Gründungseignung für die geplante Lasteinleitung auf. Zusätzliche bodenverbessernde Maßnahmen werden auf Grundlage der angenommenen Gründungshöhen und bei fachgerechter Ausführung des Massendefizitausgleichs nicht nötig.

**Die geplanten Einzelfundamente müssen auf mindestens mitteldicht gelagerten Füllböden des Massendefizitausgleichs gegründet werden. Hierbei wird von der in Kapitel 5.7.1 beschriebenen Verwendung von V1-Material ausgegangen. Auf den**

vorgenannten Böden können die Fundamente (zzgl. der empfohlenen Beton-Sauberkeitsschicht) direkt gegründet werden.

Potenzielle Auflockerungen oder aufgeweichte bindige und/oder organische (Füll-)Böden sind im Zuge des Massendefizitausgleichs bereits vollständig aus dem Bereich des Gründungsplanums entfernt worden.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Anhand der in den Tabellen 16a und 16b angegebenen Bodenkennwerte lassen sich voraussichtliche Setzungen berechnen. Es wurde das anerkannte Programmsystem GGU-FOOTING eingesetzt.

Für die Einzelfundamente wird zunächst vereinfachend von einem quadratischen Grundriss ( $a/b = 1$ ) und typischen Fundamentbreiten von  $b = 2,0 - 3,0$  m ausgegangen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird analog zu [V2] mit einer Größenordnung von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  (Einzelfundamente) angenommen und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

Bei der g.g. Angabe sind Verkehrslasten, wie sie im Nahbereich von Andocktoren zu den relativ flachgründig abzusetzenden Einzelfundamenten nicht auszuschließen sind, bereits enthalten.

Einzelfundamente ( $a/b = 1$ )		
Einbindung	mind. 1,0 m u.GOK (zzgl. Unterbeton)	
Bem.-Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$	400 kN/m <sup>2</sup>	
Tieferführung	keine	
Gründung	V1-Material, mindestens mitteldicht gelagert	
Gesamtsetzung $S_g$ bei Fundament- breite $b$	$b: 2,00 \text{ m}$	$S_g: 0,75 \text{ cm}$
	$b: 2,20 \text{ m}$	$S_g: 0,82 \text{ cm}$
	$b: 2,40 \text{ m}$	$S_g: 0,89 \text{ cm}$
	$b: 2,60 \text{ m}$	$S_g: 0,96 \text{ cm}$
	$b: 2,80 \text{ m}$	$S_g: 1,03 \text{ cm}$
	$b: 3,00 \text{ m}$	$S_g: 1,09 \text{ cm}$

**Tabelle 31:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente, Anlage 11.5)

Aufgrund der Gleichartigkeit des Untergrundes werden allgemein Setzungsunterschiede von gründungstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u < 1,0 \text{ cm}$  erwartet.

Setzungsunterschiede dieser Größenordnung führen bei derartigen Bauwerken in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

Bei einer typischen Systemweite der potentiellen Einzelfundamente von 7 m zwischen den Stützen werden Winkelverdrehungen von (deutlich)  $< 1:500$  auftreten.

Betonqualität / Trockenhaltung der Bauwerke: Eine Beeinflussung der Fundamente durch Grundwasser i.e.S. wird bei der hier skizzierten Gründungsvariante ausgeschlossen. Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand kann eine zeitweilige Nässebeeinflussung der Fundamente durch Stauwasser jedoch nicht ausgeschlossen werden. Diese Tatsache ist bei der Betonauswahl zu beachten (Stichwort Expositionsklassen, DIN EN 206-1:2001 / DIN 1045-2:2001).

## 5.8 Stell- und Bewegungsflächen

Vorbemerkung: Die Stell- und Bewegungsflächen werden auf Grundlage der oben genannten Plangrundlagen (z.T. deutlich) oberhalb der aktuell vorhandenen Geländeoberkante zu liegen kommen.

Eine Betondecken-Bauweise wird für die Wechselbrücken-Stellflächen, die Lkw-Park-/Ruheplätze, die Übergabepplätze, die Stellplätze für die Transportaufsicht, die E-Ladepplätze für Umsetzfahrzeuge und die Stellplätze für RegioV vorgesehen. Diese Flächen werden nachfolgend als 'Abstellflächen' zusammengefasst. Im Bereich der Lkw-Ein- und Ausfahrt sowie des 'Müllplatzes' werden ebenfalls Betonversiegelungen zu realisieren sein.

Für die Fahrwege und Hofflächen für den Schwerverkehr wird ebenfalls eine überwiegende Versiegelung mit einer Betondecke erfolgen. Den o.g. Planunterlagen zufolge sollen lediglich die Zufahrt zum Parkplatz der Kläranlage und die direkte Ein- und Ausfahrt zum Parkhaus in Schwarzdeckenbauweise für den Pkw-Verkehr ausgeführt werden.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte im Untersuchungszeitraum nicht in für den Straßenbau relevanten Tiefen angetroffen werden. Zudem werden die Verkehrsflächen gegenüber der aktuellen Geländeoberkante teils deutlich 'herausgehoben'. Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen' Wasserhaltung zur Abführung von Tagwasser o.ä. ausreichend sein.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mittels Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Potenzieller Schluff oder sonstige auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollten ausschließlich Bagger auf Schotter innerhalb der Bauflächen verkehren. Organikböden und Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen der fluviatilen Kiese können durch dynamische Nachverdichtung beseitigt werden.

Abzug von Oberböden / Überschussmassen: Als erster Schritt sind die vorhandenen aufgefüllten Oberböden abzuziehen und separat zwischenzulagern. Sollten beim Ausbau organoleptische Auffälligkeiten festgestellt werden - womit nach aktuellem Kenntnisstand nicht gerechnet wird - so sind die entsprechenden Massen zu separieren und der Bodengutachter ist hinzuzuziehen.

Im Anschluss sind die Böden in Abhängigkeit der Bauweise bis 55/72 cm unter OK der geplanten Stellflächen und Fahrbahnen zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten; ggf. zzgl. lokaler Untergrundverbesserung).

Hinweise zur Errichtung/Untergrundverbesserung: Im Anschluss an die Entfernung von Oberböden bzw. Überschussmassen ist das Erdplanum u.U. einer 'Verbesserung' zu unterziehen, um flächendeckend ausreichende Verformungsmodul sicherzustellen (Basis: Errichtung oberhalb der aktuellen GOK).

Auf Erdplanum wird ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45$  MPa vorausgesetzt. Dort liegen zumindest bereichsweise bindige Böden vor, die oberflächennah in geringen bis allenfalls mäßig hohen Konsistenzen anstehen.

Diese Böden erreichen den o.g. Sollwert in aller Regel nicht. **Eine Untergrundverbesserung sollte daher für 35% - 40 % der neuen Stell- und Bewegungsflächen** vorab einkalkuliert werden.

Liegen auf Erdplanum Terrassenkiese vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

Hierzu sei ergänzend angeführt, dass es gemäß RStO „bei wechselnden örtlichen Verhältnissen aus bautechnischen Gründen sinnvoll ist, die Dicke des frostsicheren Oberbaus über größere Abschnitte konstant zu halten“. Gleiches kann analog für eine Untergrundverbesserung gelten.

Die vorzunehmenden Verbesserungen sind letztlich abhängig von den tatsächlichen Verhältnissen auf Erdplanum. Aus Erfahrung wird bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen eine Untergrundverbesserung bestehend aus einer ca. 25 cm starken Mineralgemischlage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

**Besteht nach Abzug der Oberböden zwischen hergestelltem Erdplanum und Unterkante des planmäßigen RStO-Aufbaus ein Massendefizit von mehr als 25 cm, so ist der dann als 'Sowieso-Aufwand' auszuführende Massendefizitausgleich als ausreichende Untergrundverbesserung anzusehen.**

Planung: Es wird eine Belastungsklassenzuordnung der 'Abstellflächen' gemäß RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk3,2** angenommen. Die 'Fahrflächen' und Bereiche der Ein- und Ausfahrten werden der Belastungsklasse Bk10 der RStO 12 zugeordnet.

Ausschließlich durch Pkw befahrbare Flächen können hingegen der Belastungsklasse Bk0,3 zugerechnet werden.



Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Abstellplätze in Ortbeton-Bauweise ('Bauweisen mit Betondecke' gemäß Tafel 2 RStO 12). Die Bewegungsflächen für den Schwerverkehr sollen ebenfalls in Betondeckenbauweise errichtet werden. Von der Herstellung von Flächen in sogenannter 'Stelcon'-Bauweise wird aktuell nicht ausgegangen.

- **Abstellflächen:** **Belastungsklasse Bk3,2 (Schwerverkehr)**
- **Fahrflächen:** **Belastungsklasse Bk10 (Schwerverkehr)**
- **Ein-/Ausfahrten:** **Belastungsklasse Bk10 (Schwerverkehr)**
- **Stell-/Bewegungsflächen:** **Belastungsklasse Bk0,3 (Pkw-Verkehr)**

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt auch nach erfolgtem Ausgleich von Massendefiziten bereichsweise bindige Böden oder +/- verlehnte Sande, weshalb der Planumsboden nach *ZTVE-StB* sicherheitshalber in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 ('sehr frostempfindlich') eingestuft wird. Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich. Maßgeblich in der hier relevanten Frosteinwirkungszone II ist dabei eine Betrachtungstiefe von 1,3 m unter Fahrbahnoberfläche.

**Grundsätzlich sollte das Planum nach Freilegung sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf deutliche organische Anteile und offensichtliche Aufweichungen (weich-breiiige bindige Böden) hin kontrolliert und von diesen befreit werden.**

**Ausgangswert der Bemessung ist ein F 3 Boden als Erdplanum und die Belastungsklasse Bk10,0. Hieraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 65 cm. Bei Ansatz der Belastungsklasse Bk3,2 ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm.**

**In der Belastungsklasse Bk0,3 wird noch eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm erforderlich.**

Mehr-/Minderdicken gem. Tabelle 7 RStO 12: Das Areal wird in die Frosteinwirkungszone II gestellt, weshalb eine 'Mehrdicke' von 5 cm notwendig wird. Kleinräumige Klimaunterschiede werden nicht berücksichtigt.

Nach den 'Wasserverhältnissen im Untergrund' ergibt sich nach der RStO 12 die Notwendigkeit des Zuschlags einer 'Mehrdicke' von 5 cm, da 'Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum' vorkommt. Hinsichtlich der Lage der Gradienten ergeben sich keine Mehr-/Minderdicken. Noch herzustellende Entwässerungseinrichtungen über Abläufe und Rohrleitungen können durch eine Minderdicke von 5 cm in Ansatz gebracht werden.

Faktor	Mehr-/Minderdicke
Frosteinwirkungszone II	+ 5 cm
´Grund- oder <u>Schichten</u> wasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum´	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Abläufe / Rohrleitungen	- 5 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 5 cm

**Tabelle 32:** Mehr-/Minderdicken nach RStO 12

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

- **Fahrflächen Belastungsklasse Bk10,0: 70 cm**
- **Ein-/Ausfahrten Bk10,0: 70 cm**
- **Abstellflächen Belastungsklasse Bk3,2: 65 cm**
- **Stell-/Bewegungsflächen Belastungsklasse Bk0,3: 55 cm**

Geotextil-/Geogittereinbau: Es gelten die Festlegungen aus Kapitel 5.1, wonach auf einem bindigen Erdplanum vor Auftrag von V1-Material ein GRK 3-Geotextil aufgelegt werden sollte. Zudem wird in einem Teil des Untersuchungsgebietes als langfristige Sicherungsmaßnahme die Verlegung eines Geogitters unterhalb des RStO-Aufbaus angeraten (Empfehlung zu den Flächen siehe Abbildung 6).

Kann zudem die Filterstabilität zwischen hergestelltem Planum und Frostschutzschicht belegt werden, braucht hier kein trennendes Geotextil mehr eingebaut zu werden. Kann die Filterstabilität zwischen V1-Material und Frostschutzschicht nicht belegt werden, ist im Übergang vom Planum zur Frostschutzschicht ebenfalls ein GRK 3-Geotextil zu verwenden.

Herleitung Mächtigkeit der Oberbaus für Bk3,2/Bk10: In Anlehnung an die unten aufgeführte Tabelle 8 der RStO wird im Folgenden die Mächtigkeit der ´Tragschichten ohne Bindemittel´ für den Gesamtaufbau der hier zu errichtenden Betonflächen abgeleitet. Hintergrund ist hier nicht das Sicherstellen eines ausreichend starken frostsicheren Aufbaus, sondern ein Erreichen entsprechend hoher Verformungsmoduln. Für die Herstellung der Frostschutzschicht wird hierbei von der Verwendung eines ´gebrochenen Materials´, d.h. einem ´Schotter´, ausgegangen. Der 1. Schritt beschreibt dabei den Aufbau vom Erdplanum zur Frostschutzschicht und der 2. Schritt den Aufbau von der Frostschutzschicht zur Schotter-/Kiestragschicht.

**Die Verwendung von Kiestragschichtmaterial ist bei Regel-Bauweisen der Tafel 2 der RStO 12 nicht vorgesehen und wird daher nachfolgend nicht betrachtet.**

**Tabelle 8: Anhaltswerte für aus Tragfähigkeitsgründen erforderliche Schichtdicken von Tragschichten ohne Bindemittel gemäß ZTV SoB-StB in Abhängigkeit von den  $E_{v2}$ -Werten der Unterlage sowie von der Art der Tragschicht (Dickenangaben in cm)**

$E_{v2}$ -Wert [MPa] auf Oberfläche ToB		80	100	120	150	100	120	150	120	150	160	180	
		15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
Art der ToB	STS [cm]	15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
	KTS [cm]	15*	15*	30	50**	-	25	35	20	30		20	
	FSS [cm] aus überwiegend gebrochenem Material	15*	20	30		15*	25						
	FSS [cm] aus überwiegend ungebrochenem Material	20	25	35		-	-						
$E_{v2}$ -Wert [MPa] der Unterlage		45				80			100		120		
Unterlage		Planum						Frostschuttschicht					

 nicht mögliche Kombination  
 nicht gebräuchliche Kombination  
 15\* technologische Mindestdicke mit 0/45  
 \*\* bei örtlicher Bewehrung auch geringere Dicke möglich

Die aus Gründen der zu erreichenden Verformungsmoduln und vorgegebenen Schichtstärken resultierende Gesamtstärke des Oberbaus beträgt in der BK3,2 somit nach Schritt 1 und Schritt 2 unter Einbeziehung einer 26 cm starken Betondecke gemäß RStO 12, Tafel 2, Zeile 3.2 insgesamt 71 cm (30 + 15 + 26 cm = 71 cm). In der Bk10 ergibt sich nach der gleichen Vorgehensweise eine Gesamtstärke des Oberbaus von insgesamt 72 cm (30 + 15 + 27 cm = 72 cm).

Unter Einbeziehung der sonstigen Anforderungen der RStO sollte letztlich ein geringfügig abgeänderter Aufbau der Betonflächen in den Belastungsklassen Bk3,2 und Bk10 realisiert werden.

Aufbau der Betonflächen in den Belastungsklassen Bk3,2 und Bk10: Ein ausreichend tragfähiges Erdplanum wird vorausgesetzt. Für den weiteren Aufbau wird empfohlen, auf das Erdplanum zunächst eine ca. 25 cm starke ´untere Schotter´-Lage (als ´Frostschuttschicht´) aufzubringen und diese fachgerecht zu verdichten.

Die vorgenannte Schichtmächtigkeit ist bei Verwendung von 'Tragschicht-Schotter' in Anlehnung an die Tabelle 8 der RStO 12 geeignet, um auf der Oberfläche dieser 'Frostschuttschicht' einen Verformungsmodul von  $E_{v2} > 120$  MPa sicherzustellen.

Abschließend wird die 'obere Schotterlage' als Schottertragschicht in einer Mächtigkeit von ca. 20 cm im Bereich der Betonflächen eingebaut und ebenfalls fachgerecht verdichtet. Hierauf ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} > 150$  MPa (Betonflächen) nachzuweisen. Hierauf werden die Betonversiegelungen in Stärken von 26 cm (Bk3,2) bzw. 27 cm (Bk10) angeordnet.

Güte-Schotter: Das Mineralgemisch für die Frostschutz- und Schottertragschicht im frostsicheren Oberbau sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen. Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04 in der jeweils aktuellen Fassung; Forderung Güte: 'Schottertragschicht') zertifiziert sein.

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

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Herstellung des Erdplanums sollte eine ingenieurgeologische Abnahme erfolgen, um die exakten Bodenverhältnisse abzunehmen sowie die vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen den konkreten Verhältnissen anzupassen. Bei der Ausführung der Gründungsarbeiten sind die örtlichen Baugrundverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen zu überprüfen.

Grundsätzlich sind Oberböden sowie sonstige organische Böden und Aufweichungen zu entfernen.

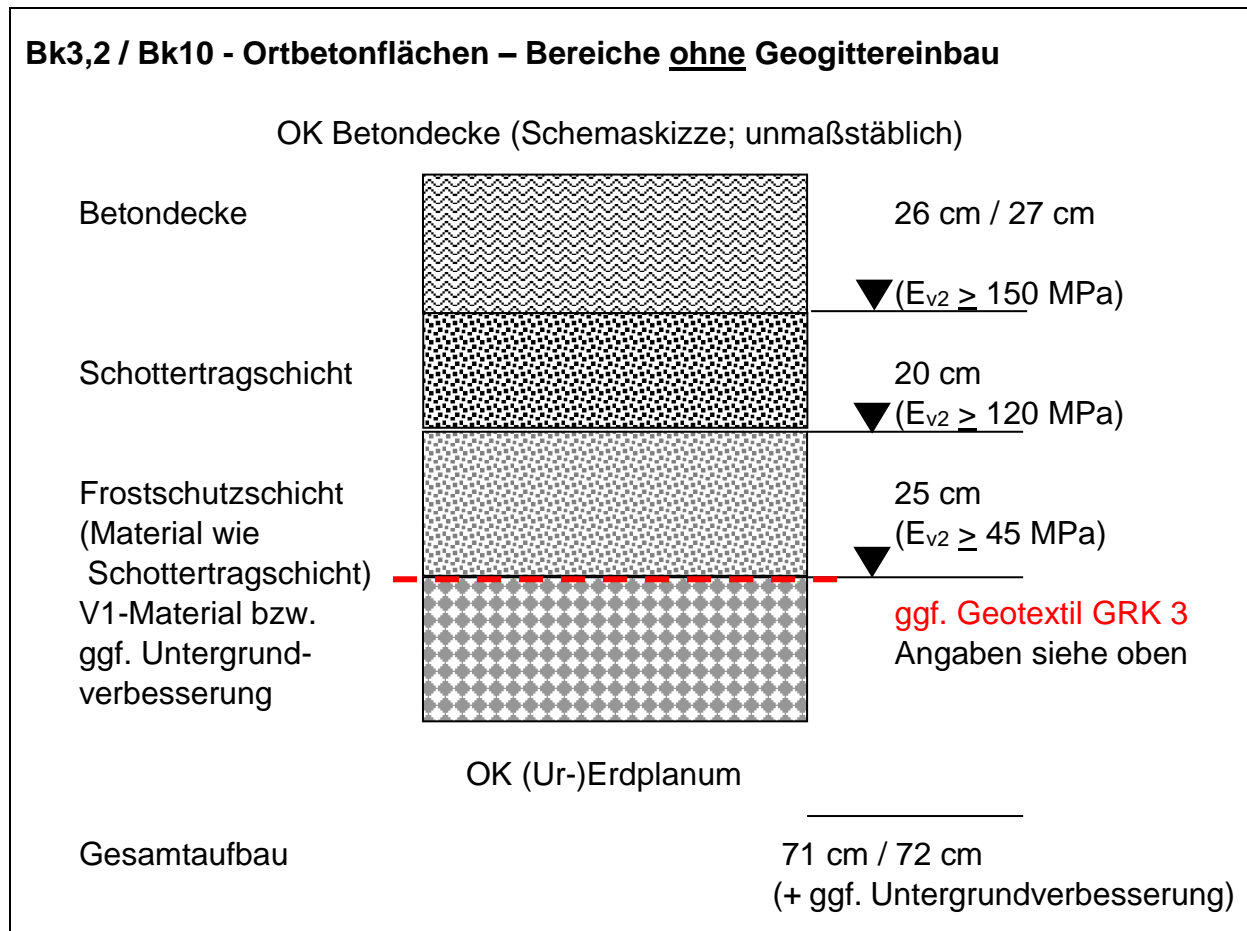
Verformungsmodul auf OK Schotterplanum: Auf der Oberkante des Schotterplanums der Schwerverkehrsflächen wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 150$  MPa (Bk3,2 und Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 2, Zeile 3.2) gefordert.

Für die Pkw-Stell- und Bewegungsflächen ist ein Verformungsmodul auf OK Schotter-/Kiestragschicht von mindestens  $E_{v2} = 120$  MPa (Bk0,3; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) nachzuweisen.

Die Verformungsmodul-Forderungen der RStO sollten mittels statischen Lastplattendruckversuchen flächendeckend auf dem Schotterplanum nachgewiesen werden.

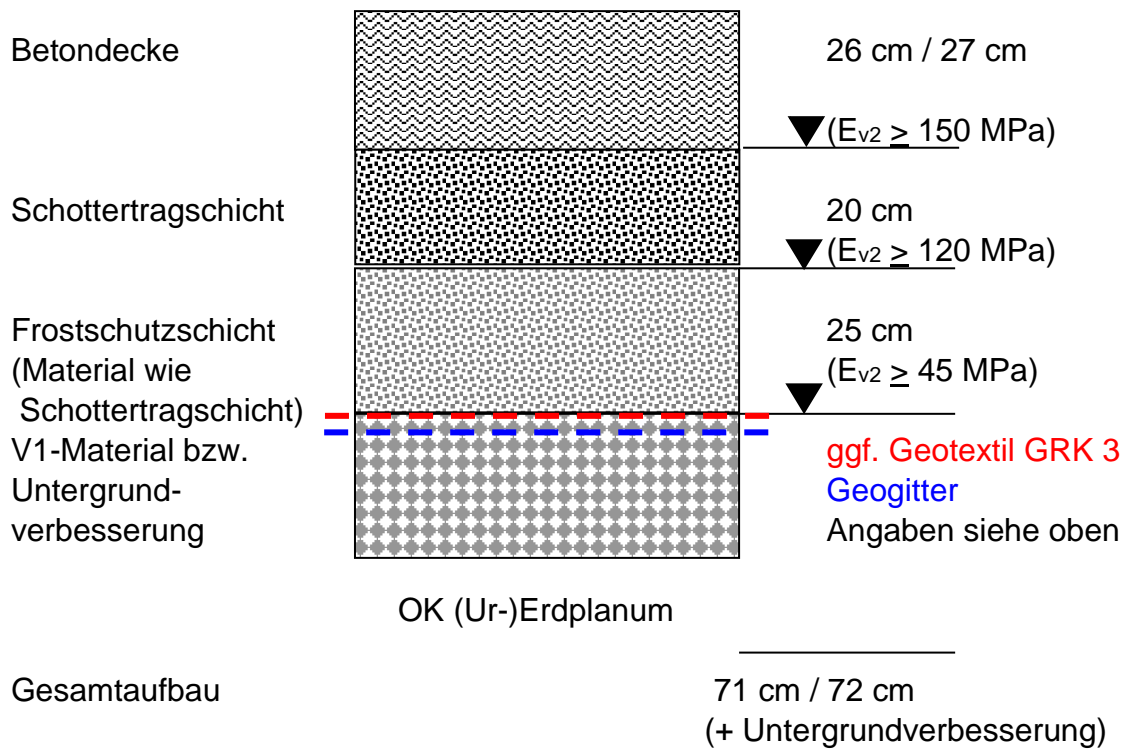
Ausführung des Oberbaus: Ein möglicher Aufbau – einschließlich örtlich ggf. erforderlicher Untergrundverbesserung – ist nachfolgend für die Belastungsklassen Bk3,2/Bk10 (nach RStO 12 Tafel 2, Zeile 3.2) unmaßstäblich skizziert.

**Bk3,2 / Bk10 - Ortbetonflächen – Bereiche ohne Geogittereinbau**



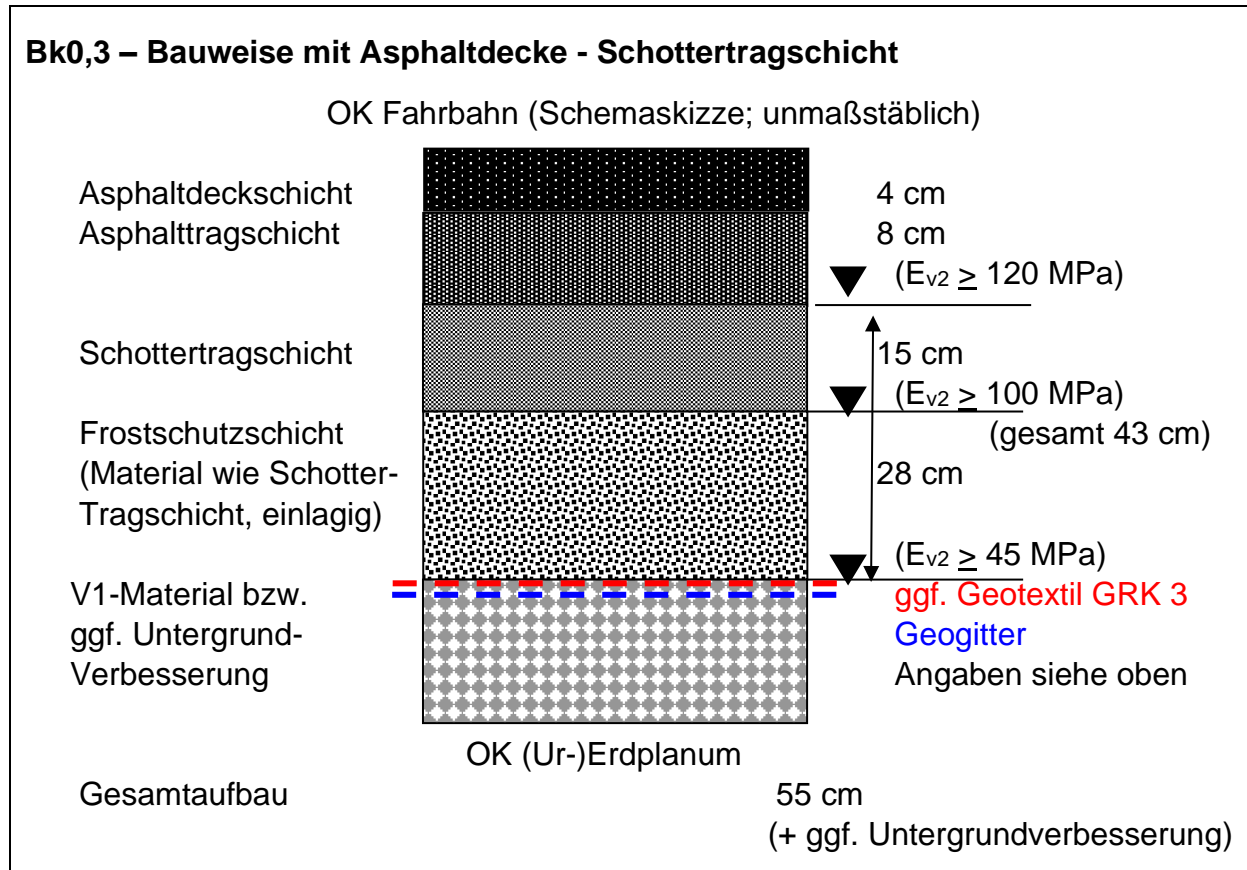
**Bk3,2 / Bk10 - Ortbetonflächen – Bereiche mit Geogittereinbau**

OK Betondecke (Schemaskizze; unmaßstäblich)



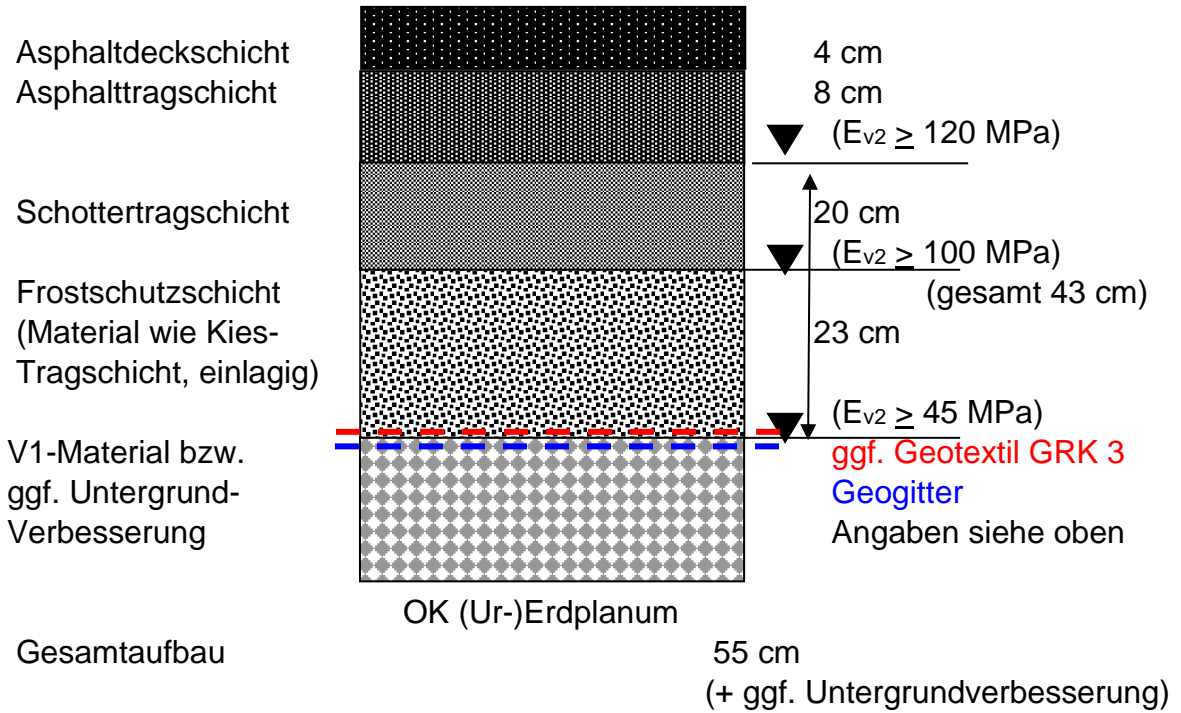


Ausführung des Oberbaus bei Bk0,3: Ein möglicher Aufbau – einschließlich Untergrundverbesserung – ist nachfolgend für die Belastungsklasse Bk0,3 (nach RStO 12 Tafel 1, Zeilen 3 bzw. 4) unmaßstäblich skizziert. Hierzu sei angemerkt, dass die Flächen der Bk0,3 allesamt in Bereichen mit zum Einbau empfohlenen Geogitter liegen.



**Bk0,3 – Bauweise mit Asphaltdecke - Kiestragschicht**

OK Fahrbahn (Schemaskizze; unmaßstäblich)



### **5.8.1 Errichtung der Winkelstützmauer 1**

Planung: Bestandsfern der 500er-Seite ist gemäß [U2] und [U12] die Errichtung einer rund 277 m langen Winkelstützwand vorgesehen, die bei einer Bauhöhe von höchstens 1,80 m einen maximalen Höhenversprung von etwa 1,28 m abfangen soll. Dies entspricht einer (Sowieso-)Einbindung von 0,30 - 0,52 m, die mit Oberboden und angefülltem Boden ausgeführt werden soll.

Die Oberkante der Winkelstützwand soll dabei (abgetrept) zwischen +376,35 m NHN und +375,85 m NHN errichtet werden. Die Unterkante der Winkelstützwand soll demgegenüber bei +374,85 m NHN bis +374,35 m NHN zu liegen kommen.

Planmäßig ist unterhalb der Winkelstütze der Einbau von 0,05 m Estrichmischung, 0,10 m Beton-Bettungsschicht und 0,50 m Schotterpolster vorgesehen, sodass einschließlich der Mutter-/Füllbodenandeckung eine Gesamteinbindung von ca. 0,95 – 1,17 m m erzielt würde.

Anmerkung: Da in der Frosteinwirkungszone II eine frostsichere Gründung erst ab einer Einbindung von mind. 1 m unter Geländeoberkante gewährleistet werden kann, sollte durch eine örtlich minimal größere Andeckungsmächtigkeit die Frostsicherheit hergestellt werden. Die – prinzipiell mögliche – Verstärkung des Schotterpolsters ´zur Tiefe hin´ wird aufgrund der örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnisse nicht favorisiert.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mittels Baggerschaufel ohne Zähne (´Schneidbestückung´ / ´Flachlöffel´), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskofferung mittels Bagger rückschreitend und beim Materialeinbau ´vor-Kopf´ gearbeitet werden, um das Erdplanum nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Eine Wiederverwendung abgeschobener Mutterböden in gleicher Funktion ist nach aktuellem Kenntnisstand zulässig (siehe ´MP Mutterboden 1´ und ´MP Mutterboden 2´ in Kapitel 3.3).

Bindige Böden auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet und nicht befahren werden. Es sollten ausschließlich Bagger auf Schotter/Kies-Sand innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der vorhandenen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter/Kies-Sand zu ersetzen.

Wasserhaltung: Bei Witterungsverhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer ´offenen Wasserhaltung´ im relevanten Trassenabschnitt ausreichen, um ggf. anfallendes Tagwasser oder Stau-/Schichtwasser zu fassen und abzuleiten oder um eine geringfügige Grundwasserabsenkung herbeizuführen.

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

Gründung der Winkelstützwand: Die statische Dimensionierung der Winkelstützmauer hat sich an den bodenmechanischen Kenndaten (siehe Tabellen 16a und 16b) zu orientieren.

Für die Errichtung der Winkelstützmauer ist planerischerseits der Einbau von 50 cm starken Schotter-Bettungspolstern vorgesehen. Bei den für die Winkelstützmauer im Nahbereich gelegenen Bohrungen BS B3, BS B4, BS B5, BS B6, BS B17 und BS B18 werden auf Gründungsniveau vorwiegend weich konsistente Fluviatilschluffe anstehen, die keine unmittelbar ausreichende Gründungseignung bieten.

Erst in Verbindung mit dem sowieso geplanten Schotter-/Kies-Sandeinbau wird eine ausreichende Gründungseignung für die geplanten Stützwände hergestellt werden können. Unterhalb des Schotter-/Kies-Sandpolsters sollte dabei zur Trennung zum bindigen Erdplanum der Einbau eines Geotextils erfolgen. Die Verwendung eines Vliesstoffs der Geotextilrobustheitsklasse GRK 3 ist örtlich ausreichend.

Auf OK Schotter-/Kies-Sandplanum der Winkelstützen sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 - 100 \text{ MPa}$  nachgewiesen werden.

Aus der Maßnahme heraus bietet sich die Verwendung des für den Straßenbau verwendeten Frostschutz-, Schottertrag- oder Kiestragschichtmaterials für die Herstellung des Bettungspolster an (Beschaffenheit siehe oben).

## 5.9 Hinweisgebung zur Errichtung von Kanälen

Vorbemerkung: Kanalbaumaßnahmen werden aktuell allseitig des PZ-Hauptgebäudes und im Innenhof vorgesehen. Alle Kanäle sollen größtenteils in 'offener' Bau- und überwiegend hydraulischer Arbeitsweise erstellt werden (Ausnahme: Pumpstrecke in Trennbauwerk und Schmutzwasser-Hebestation).

Die Entwässerung ist dabei dreigeteilt vorgesehen.

Hofwässer: Auf den Stell- und Bewegungsflächen anfallende Niederschlagswässer wird zu zwei Sedicleananlagen geführt und soll nach erfolgter Vorreinigung in der östlichen Versickerungsmulde versickert werden. Große Teile der Kanalstrecken sollen hierbei als Stauraumkanäle ausgeführt werden. Es wird eine Bauweise mit Stahlbetonrohren für den Stauraumkanal mit einem Nenndurchmesser von DN 2.000 geplant.

Die übrigen Kanäle für die Hofwässer werden vermutlich als herkömmliche (Stahl-) Betonrohre mit Nenndurchmessern von DN 400 – DN 500 geplant.

Dachwässer: Die auf den (begrüntem) Dächern anfallenden Wässer werden gesammelt und sollen ohne weitere technische Vorreinigung in der südöstlichen Versickerungsmulde versickert werden. Stauraumkanäle werden hier nicht vorgesehen.

Neben Kanälen mit einem Nenndurchmesser von DN 200, die in Kunststoff (Polypropylen) ausgeführt werden sollen, sind auch Haltungen in (Stahl-) Betonbauweise (DN 300 – DN 600) geplant.

Schmutzwässer: Schmutzwässer aus den verschiedenen Bauteilen werden zunächst zur Kläranlage geführt. Hier wird ein u.a. eine Schmutzwasser-Hebestation zu errichten sein, die deutlich in den Untergrund einbinden wird.

Nach erfolgter Reinigung werden die Wässer in ein Zisternensystem überführt (siehe unten) und sollen von dort als Brauchwasser für die Bewässerung der Begrünung der Lärmschutzwände dienen. Sämtliche Schmutzwässer verbleiben damit –in geklärt/aufbereiteter Form – auf dem Standort.

Die Schmutzwasserkanäle werden vermutlich mit einem Nenndurchmesser von DN 150 in Kunststoff (Polypropylen) zu errichten sein.

Boden-/Grundwasserverhältnisse Kanalsohlen/Bauwerke: Planhöhen liegen nur aus den Unterlagen [U10] und [U11] vor. Es erfolgt daher soweit wie möglich eine gewerkbezogene Betrachtung auf Grundlage der aktuellen Untersuchungen.

herkömmliche Regenwasserkanäle/Zisternenanlage: Die 'normalen' Regenwasserkanäle im Westen und Norden des Areals kommen überwiegend oberflächennah innerhalb +/- weicher Fluvial-Schluffe zu liegen (Umfeld Bohrungen B5/B6/B27/B71). Gleiches gilt für die um Umfeld der Bohrung B13 geplante Zisternenanlage. Diese Böden weisen keine unmittelbare Gründungseignung auf und bedingen einen deutlichen Verbesserungsbedarf.

In südlicher Richtung des PZ-Gelände können die Regenwasserkanäle auch innerhalb +/- dicht gelagerter Fluvial-Kiese zu liegen kommen, die unmittelbar gründungsgünstig sind (Umfeld B117/B118).

Stauraumkanäle: Die als Stauraumkanäle auszuführenden Strecken der RW-Kanalisation kommen vorwiegend innerhalb +/- dicht gelagerter Fluvial-Kiese zu liegen, die unmittelbar gründungsgünstig sind (Umfeld B15/B16/B34/B112). Örtlich können lockere Lagerungen der Kiese vorliegen (Umfeld B35/B99), die durch Nachverdichtung beseitigt werden können.

Schmutzwasserkanäle: Bedingt durch die allgemein größere Einbindetiefe kommen die Schmutzwasserkanäle vermutlich mehrheitlich innerhalb mitteldicht bis sehr dicht gelagerter Fluvial-Kiese zu liegen (Umfeld B70/B71). Es liegen unmittelbar gründungsgünstige Bedingungen vor.

Dachwasserkanäle: Die Gründungsbedingungen der Dachwasserkanäle stellen sich vermutlich sehr heterogen dar. Teilweise kommen die Kanäle oberhalb der aktuellen GOK zu liegen (Umfeld B30/B31/B70/B72), gründen zukünftig also innerhalb des Massendefizitausgleich und benötigen demzufolge keine zusätzliche baugrundverbesserung. Eine Gründung innerhalb anstehender Fluvial-Kiese wird für das Umfeld der Bohrungen B34/B94/B9/B99 erwartet, wobei erstgenannter Bereich vermutlich locker und die übrigen dicht gelagert vorliegen werden. Im Umfeld der Bohrung B106 kann auch eine Gründung innerhalb weicher Fluvial-Schluffe nicht ausgeschlossen werden, weshalb hier entsprechende Bodenverbesserungen erforderlich werden.



Grundwasser wurde im Zuge der Geländearbeiten (2022) bei einem mittleren Flurabstand von 1,8 m u.GOK bzw. einer mittleren Höhenkote von ca. +373,2 m NHN angetroffen.

Ein Teil der Schächte und insbesondere die Stauraumkanäle, deren Unterkante Sauberkeitsschicht bei +372,31 m NHN bis +371,85 m NHN geplant wird, liegen damit 'im Grundwasser'. Es wird die Beachtung des Faktors 'Auftrieb' bis zum örtlich ungünstigsten Bemessungswasserstand (Stauwasser bis aktuelle GOK oder Grundwasser bis 0,6 m u.GOK) erforderlich.

### **5.9.1 Allgemeine Maßnahmenvorschläge:**

Zeitliche Durchführung: Es wird angeraten, die Arbeiten in einer erfahrungsgemäß trockenen Witterungsperiode durchzuführen. Bei hohen Grundwasserständen wird eine ggf. aufwendige Intensivierung der Grundwasserabsenkung erforderlich.

Bemessungswasserstand / Auftriebsicherheit: Für die Maßnahme wurde orientierend ein Grundwasser-Bemessungsstand von von 0,6 m u.GOK bzw. ein Stauwasseransatz in Höhe der aktuellen GOK festgelegt. Sämtlich o.g. Kanäle/Schachtbauwerke kommen teils deutlich unterhalb der g.g. Höhen zu liegen. Es ist daher der Faktor 'Auftrieb' bis zum Bemessungswasserstand zu berücksichtigen. Die Auftriebsicherheit beträgt mind.  $n_a = 1,1$ .

Schneidbestückung / Bodenlösung: Die Auskoffnung und insbesondere die Herstellung des Feinplanums im Kanalgraben sollte mit Löffelbaggern mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen im Homogenbereich ERD 2 zu vermeiden.

Wasserhaltung (herkömmlich): Der Grundwasserflurabstand betrug im Untersuchungszeitraum im Mittel rund 1,8 m unter GOK (= i.M. ca. +373,19 m NHN). Es existiert ein Grundwasser-Anstiegspotenzial.

Für Bauteile und Kanäle, deren Bettung nicht tiefer als der o.g. mittlere Grundwasserstand in den Untergrund einbinden wird die Vorhaltung bzw. der Einsatz einer 'offenen Wasserhaltung' ausreichend sein, um anfallendes Tag- oder Stauwasser abführen zu können.

Aufgrund der geplanten Einbindetiefen werden bauzeitliche Grundwasserabsenkungen zumindest für die Stauraumkanäle und die Schmutzwasser-Hebestation notwendig (weitere möglich).

Bauzeitlich ist das Untergrundwasser bis mind. 0,5 m unter (tiefster) Aushubsohle abzusenken. Ausgehend von einem maximalen Aushubniveau von +371,85 m NHN (= Unterkante Sauberkeitsschicht der Stauraumkanäle auf der 600er-Seite) wird eine Absenkung bis mindestens +371,35 m NHN notwendig werden. Bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird somit eine Absenkhöhe von rechnerisch ca. 1,84 m zu gewährleisten sein.

**Bei den vorliegenden Bodenverhältnissen wird eine vorlaufende Entwässerung bzw. Grundwasserabsenkung durch eine baugrubenumlaufende ´geschlossene´ Wasserhaltung (z.B. Vakuum-Filteranlage mit Bohrfiltern oder vertikale Bohrbrunnen bzw. sogenannte ´Flachhaltungen´) erforderlich. Neben der reinen Grundwasserabsenkung muss ggf. auch eine Stabilisierung und eine gewisse Konsistenzhöhung örtlich möglicherweise vorliegender Fluviatilschluffe erfolgen.**

**Die Vorlage ´breiiger´ Konsistenzen zur Tiefe, wie sie im Rahmen der bodenmechanischen Versuche (siehe Kapitel 4.1) für die Bodenprobe B25/4 nachgewiesen wurden, müssen durch die Wasserhaltung in mindestens ´weiche bis weich-steife´ Konsistenzen überführt werden. Weiterhin muss ein hydraulischer Grundbruch bei Vorlage bindiger Böden verhindert werden**

Wegen der lediglich punktuellen Bohrungen ist es nicht vollständig auszuschließen, dass bei den zu entwässernden Böden auch wechselnde und somit auch *höhere* Grobkornanteile und somit ggf. auch höhere Durchlässigkeiten im abzusenkenden Profildbereich auftreten können.

**Aufgrund der hohen und möglicherweise wechselnden Feinkornanteile sind die vorgefundenen Böden hinsichtlich der Wasserabsenkung als eindeutig ´schwierige Böden´ zu klassifizieren. Es sollte die Verwendung von sog. ´Oto-Filtern´ geprüft werden.**

Die zu installierenden Saugleitungen bedürfen eines **erhöhten Überwachungsaufwandes**, da eine Beschädigung einer Leitung alle angeschlossenen Brunnen unwirksam werden lässt.

Die Einbindetiefe der Brunnen/Lanzen bedarf der Spezifizierung durch den Absenker. Es muss das gesamte Bodenprofil zuverlässig entwässert werden. Detailfestlegungen müssen vom Absenker vorgenommen werden. Der Brunnen-/Lanzenabstand, Vakuumdruck und Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Den angefragten Firmen sollte für die Angebotserstellung das Gutachten zur Verfügung gestellt werden.

Die Absenkung benötigt bedingt durch die Baugrubengeometrie nur eine geringe Vorlaufzeit (geschätzt < 7 Tage), muss jedoch permanent und ausfallgesichert in Betrieb bleiben bis ein ausreichender 'Gegendruck' vorliegt. Diesbezüglich ist das statischerseits zu erstellende Auftriebssicherungskonzept zu beachten.

Durch den ausführenden Absenker ist auch zu prüfen, ob eine einreihige, d.h. nur auf einer Seite des Kanalgraben installierte Wasserhaltung ausreichend ist, oder ob beidseits des Grabens eingebaute Absenkvorrichtungen erforderlich werden.

Die absenkende Firma hat zu gewährleisten, dass durch die absenkenden Maßnahmen keine schädigenden Auswirkungen (Setzungen) an Nachbarbauwerken eintreten. Die Grundwasserabsenkung sollte nicht länger als unbedingt notwendig betrieben werden (Hintergrund: ggf. 'organische Böden und/oder Torfe' im [näheren] Umfeld).

**Grundsätzlich sollte hierfür ein nach Möglichkeit örtlich erfahrenes Unternehmen beauftragt werden, welche ausreichende Erfahrungen mit Vakuum-Grundwasserabsenkungen und den lokalen Untergrundgegebenheiten besitzt.**

Absenkmengen / Reichweiten / Wiedereinleitung: Bei Verhältnissen wie im Untersuchungszeitraum wird von einer anfänglichen Absenkhöhe von ca. 1,84 m (s.o.) bei einem Durchlässigkeitsbeiwert der zu entwässernden Fluvial-Kiese von ca.  $k_f \sim 5 \times 10^{-4}$  m/s (s. Kap. 4.1) und einem Stauraumkanal-Trassenabschnitt von 50 m Länge ausgegangen. Daraus ergibt sich eine orientierende Entnahmemenge nach Erreichen des stationären Zustandes rund 40 - 50 m<sup>3</sup>/h (Ergebnis der Berechnungen mit dem Programm GGU-Drawdown).

Die anfallenden Wassermengen können nach theoretischen Berechnungen lediglich abgeschätzt werden. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die gelieferten Ausführungen auf Annahmen beruhen und somit keine exakten Werte darstellen und lediglich als orientierende Größenordnungen anzusehen sind. Insbesondere hier besteht Klärungsbedarf mit der abzusenkenden Firma hinsichtlich der einsetzbaren Gerätschaften.

Die Reichweite des Absenktrichters kann nach SICHARDT (1928) bei einer konkreten Absenkhöhe von ca. 1,84 m mit ca. 120 – 130 m angegeben werden. Das Programm GGU-Drawdown weist eine Reichweite (bei 14-tägiger Absenkdauer) von bis zu ca. 200 m aus. Entsprechend kann die Umgebung großräumig von der Absenkung betroffen sein. Durch die (ohnehin) durchzuführende Wiedereinleitung anfallender Wässer wird die tatsächliche Reichweite u.U. deutlich geringer ausfallen.

Die Möglichkeiten zur Wiederversickerung der anfallenden Wässer sind entsprechend zu dimensionieren und mit der zuständigen Behörde des Landratsamtes abzustimmen. Hier sollten die Details zur Wiederversickerung geklärt werden (Entfernung zur Entnahme, Herstellung einiger weniger dafür leistungsfähigerer Einleitpunkte oder einer größeren Anzahl weniger leistungsfähiger Einleitpunkte, etc.).

**Ebenfalls zu berücksichtigen ist hier die Lage von bestehenden Grundwassernutzungs- oder Entnahmepunkten (z.B. Trink-/Brauchwasserbrunnen oder Wasser-Luft-Wärmepumpen) oder ökologisch u.U. sensible Areale (z.B. Weiher südlich der 'großen' Versickerungsmulde). Durch entsprechende Wiedereinleitungen im Anstrom solcher Anlagen/Areale sind negative Effekte auf die Nutzung bzw. den ökologischen Zustand zu verhindern.**

**Es bietet sich an dieser Stelle das Monitoring von grundwasserabsenkenden Maßnahmen in den bestehenden Grundwassermessstellen an.**

Verbau (nicht permanent): Nach DIN 4124 sind Baugruben ab Tiefen von > 1,25 m zu böschen oder zu verbauen.

Wassergesättigte Böden müssen über einen Normverbau gesichert werden. Entwässerte Böden in einer mind. weichen Konsistenz können bauzeitlich unter **max.  $\beta = 45^\circ$**  geböscht werden. Stehen bindige Böden in nachweislich mindestens steifer Konsistenz an, so können diese bauzeitlich unter **max.  $\beta = 60^\circ$**  geböscht werden. Bei Unklarheiten hinsichtlich der Konsistenzstufungen ist der Bodengutachter hinzuzuziehen.

**Normverbau**: Dort wo keine Gefährdung von Bauwerken oder Gebäuden existiert, kann ein herkömmlicher Verbau nach DIN 4124 ('Normverbau') eingebracht werden. Dies betrifft sämtliche geplante Trassen der Kanäle und dazugehöriger Bauwerke.

Da örtlich deutliche Verlegetiefen zu erreichen sein werden und die Baufelder an/in Verkehrsflächen liegen, sollten ohnehin anstelle raumgreifender Böschungen platzsparende, nichteinbindende Verbauten eingesetzt werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass haltungs-/abschnittsweise gebaut wird.

Die in den Tabellen 16a und 16b (bodenmechanische Kennwerte) aufgeführten Werte sollten grundsätzlich zur Bemessung eines Verbaus herangezogen werden.

In längeren zusammenhängenden Abschnitten ohne querende Leitungen bzw. nahe kritische Infrastruktur kann bei den herzustellenden Grubentiefen bis ca. 4,0 m Tiefe ein Einfachgleitschienenverbau eingesetzt werden. Bei örtlichen Leitungsquerungen der Kanaltrasse wird die Verwendung eines sogenannten Dielenkammerverbaus empfohlen.

**Die vorgenannten Verbauarten wirken in Verbindung mit der notwendigen Wasserhaltung lediglich bauzeitlich. Nach Bergung der Verbauten und Beendigung der Grundwasserabsenkung im entsprechenden Trassenabschnitt, wird ein Einfluss gegenüber dem ursprünglichen Grundwasserströmungsregime nur durch den eingebauten Kanal zu erwarten sein.**

Die Notwendigkeit zum Einsatz 'einbindender' und/oder verformungsarmer/-freier Verbauarten besteht nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE zum aktuellen Planungsstand nicht. Die Notwendigkeit zur Errichtung von g.g. Verbauten ist dennoch maßnahmenfortlaufend zu prüfen. Die entsprechenden Hinweise sind ggf. anzupassen, weshalb eine diesbezügliche Abstimmung mit dem IB KLEEGRÄFE empfohlen wird.

Alternativer Verbau / alternative Wasserhaltung (Variante 1): Einen deutlichen (rechnerisch belegbaren) Einfluss auf die anfallende Wassermenge hat der vorlaufende Einbau einer Spundwand bis mindestens 1 m unter Absenkziel.

Da zur Tiefe die durchgängige Vorlage einer wasserundurchlässigen Sperrschicht nicht zu belegen ist, wird ein +/- vollständiges Unterbinden eines Grundwasserzutritts in die Kanalgräben ohnehin nicht möglich sein.

**Bei ansonsten gleicher Baugrubengeometrie und gleichem Absenkziel kann die anfallende Wassermenge etwa um 50 % reduziert werden. Gleichzeitig kann die Anzahl der eingesetzten Absenkeinrichtungen um etwa 30 % reduziert werden.**

Der Spundwandeinbau wird im teilweise oberflächennah vorliegenden Homogenbereich VER 2 (dicht bis sehr dicht gelagerte Fluvial-Kiese, v.a. im südlichen bis südöstlichen Untersuchungsgebiet) einen deutlichen technischen Mehraufwand bedingen. Zudem ist die auflockerungsfreie Bergung der Spundbohlen nicht gesichert möglich, die Spundbohlen müssten also in abgeschnittener Form als 'verlorener Verbau' im Untergrund verbleiben.

**Daher wird der Einbau von Spundwänden (nur) zur Reduzierung des anfallenden Grundwassers unter bautechnischen und wirtschaftlichen Aspekten gutachterlicherseits eindeutig nicht favorisiert.**

Alternative Verbauten / alternative Wasserhaltung (weitere betrachtete Varianten):  
Aus der Vielzahl möglicher technischer Verfahren werden nachfolgend einige exemplarisch herausgegriffen und in den Kontext der Maßnahme gestellt.

- a) Permanent-Verbauten / Schlitzwände: Diese bis in sehr große Tiefen einbaubaren, permanent-wasserdichten Verbauvarianten werden aufgrund des sehr hohen wirtschaftlichen Aufwandes, im Verhältnis zur auszuführenden Kanalbaumaßnahme, nicht näher betrachtet. Zudem stellen diese Variante

allesamt eine 'Sperre' für die natürlich Grundwasserströmung dar und wären in Bezug auf die diesbezügliche Auswirkungen und potenzielle Nachteile eingehend zu prüfen.

- b) Bodenvereisung: Unter Zugrundelegung der bodenmechanischen und hydrodynamischen Rahmenbedingungen erscheint eine Bodenvereisung zumindest technisch umsetzbar, wobei hinsichtlich der Ausführung und der zu vermeidenden Beeinflussung des Lastabtragsbereiches diverse offene Fragen zu klären wären. Aufgrund des hier ebenfalls sehr hohen wirtschaftlichen Aufwandes, im Verhältnis zur auszuführenden (Kanalbau-)Maßnahme, wird diese Variante genauso wenig betrachtet. Es sei hierbei jedoch positiv angemerkt, dass nach einem Auflösen der Frostkörper gegenüber dem Ursprungszustand praktisch keine Änderung im Hinblick auf das Grundwasserströmungsregime zu erwarten ist. Das Verfahren der Bodenvereisung stellt jedoch für andere in der Maßnahme potenziell zu errichtende, (sehr) tief einbindende Bauteile, u.U. eine gut geeignete Möglichkeit zur Verbauerrichtung dar.

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

Aufstau/Sünckung des Grundwassers: Mit Hilfe des Programms GGU-3D-SSFlow wurde ergänzend untersucht, ob und falls ja, in welchem Umfang die einzubringenden Stauraumkanäle einen Einfluss auf die Grundwasserströmung ausüben.

Analog zu der Betrachtung der Bohrpfähle kann hier gezeigt werden, dass unter Zugrundelegung des maximalen Potenzialgefälles ein Grundwasser-Aufstau auf der Anstromseite bzw. ein Absinken des Grundwassers auf der Abstromseite von rechnerisch jeweils (deutlich) weniger als 1 cm zu erwarten ist.

Bereits unmittelbar hinter dem 'Hindernis' ist keine Beeinflussung des Strömungsregimes mehr rechnerisch belegbar.



## 5.9.2 Gründung der Kanäle

Die Baugrundverhältnisse weisen – abgesehen vom Einbau einer ‘Sowieso-Bettung’ – stellenweise einen deutlichen Verbesserungs-/Homogenisierungsbedarf auf.

Nachfolgend werden die vorzuschlagenden Maßnahmen für die Plantrassen tabellarisch kurz zusammengefasst (Tabellen 33a – 33d):

Plankanal	herkömmliche Regenwasserkanäle	
Ausführung (Art/Nenndurchmesser)	(Stahl-)Beton DN 400 - 500	
gründungsrelevante Bodenart	Fluv.-Schluff, weich	Fluv.-Kies, dicht
<b>angenommener</b> Anteil an der Gesamttrasse	80 – 90 %	10 – 20 %
Wasserhaltung	offen, ggf. verstärkt offen	
Verbau	Normverbau	
Gründung	<b>30 cm Schotter-/ Kiessandpolster</b> 0/32 mm	<b>15 cm Schotter-/ Kiessandpolster</b> 0/32 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB	
Verdichtung im Graben	dynamisch	
Verdichtung im Oberbau	dynamisch	

**Tabelle 33a:** Maßnahmen für die Regenwasser-Plankanäle

Plankanal	Stauraumkanäle	
Ausführung (Art/Nenndurchmesser)	(Stahl-)Beton DN 2.000	
gründungsrelevante Bodenart	Fluv.-Kies, locker	Fluv.-Kies, dicht
<b>angenommener</b> Anteil an der Gesamttrasse	20 – 30 %	70 – 80 %
Wasserhaltung	geschlossen (ggf. alternative Verfahren)	
Verbau	Normverbau (ggf. alternative Verfahren)	
Gründung	<b>35 cm Schotter-/ Kiessandpolster</b> 0/45 mm	
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB	
Verdichtung im Graben	dynamisch	
Verdichtung im Oberbau	dynamisch	

**Tabelle 33b:** Maßnahmen für die Stauraum-Plankanäle

Plankanal	Dachwasserkanäle		
Ausführung (Art/Nenndurchmesser)	Polypropylen DN 200	(Stahl-)Beton DN 300 - 600	
gründungsrelevante Bodenart	Füll-Kies, dicht	Fluv.-Schluff, weich	Füll-Kies, dicht Fluv.-Kies, dicht
<b>angenommener</b> Anteil an der Gesamttrasse	10 – 20 %	10 – 20 %	60 – 80 %
Wasserhaltung	offen, ggf. verstärkt offen		
Verbau	Normverbau		
Gründung	<b>15 cm Kies-Sand</b> 0/8 mm	<b>30 cm Schotter-/ Kiessandpolster</b> 0/32 mm	<b>15 cm Schotter-/ Kiessandpolster</b> 0/32 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB		
Verdichtung im Graben	dynamisch		
Verdichtung im Oberbau	dynamisch		

**Tabelle 33c:** Maßnahmen für die Dachwasser-Plankanäle

Plankanal	Schmutzwasserkanäle	
Ausführung (Art/Nenndurchmesser)	Polypropylen DN 150	
gründungsrelevante Bodenart	Fluv.-Schluff, weich	Fluv.-Kies, dicht
<b>angenommener</b> Anteil an der Gesamttrasse	10 – 20 %	80 – 90 %
Wasserhaltung	offen, ggf. verstärkt offen	
Verbau	Normverbau	
Gründung	<b>30 cm Kies-Sand</b> 0/8 mm	<b>15 cm Kies-Sand</b> 0/8 mm
Grabenverfüllung	V 1-Material gem. ZTV-A StB	
Verdichtung im Graben	dynamisch	
Verdichtung im Oberbau	dynamisch	

**Tabelle 33d:** Maßnahmen für die Schmutzwasser-Plankanäle

Für die **Zisternenanlage** sollte analog zu den innerhalb weicher Schluffe zu gründenden Regenwasserkanälen ein mindestens **30 cm mächtiges Schotter-/Kiessandpolster** als Bettung vorgesehen werden. Darüber hinaus sind gesondert vorliegenden Herstelleranforderungen hinsichtlich der Gründung zu beachten.

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

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

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

Bei (Beton-)Rohrdurchmessern von DN 200-600 ist eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material mit einem Größtkorn von  $< 40 \text{ mm}$  herzustellen (z.B. 0/32 mm Güteschotter).

**Erst ab Durchmessern größer DN 600 kann auch ein gröberes Größtkorn z.B. 0/45 mm zugelassen werden. Im Bereich der RW-Stauraumkanäle kann ein entsprechend 'grobes' Mineralgemisch eingesetzt werden.**

**Für in PP zu verlegenden Abschnitte der Kanäle wird dagegen die durchgehende Verwendung eines 0/8 mm Kies-Sand-Mineralgemisches empfohlen.**

Die Bettungsschicht muss immer im Druckausbreitungswinkel des Kanals / Bauteils eingebracht werden (Mineralgemisch =  $45^\circ$ ).

Einbau Geotextilien/Gitter: Der zusätzliche Einbau von Geokunststoffen (Vlies oder Gitter) wird im Bereich der Kanalgräben / Schachtstandorte vermutlich nicht erforderlich.

Schotter-/Kies-Sand-Material 0/32 mm bzw. 0/45 mm: Das Auftragsmaterial zur Gründung sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/32 mm oder 0/45 mm Natursteinmaterial). Der Schotter bzw. das Kies-Sand-Gemisch sollte nach den *Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004* (TL Gestein-StB 04; Forderung Mindestgüte Frostschutzschicht) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Verdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 97 - 100 \%$  erfolgen.

Kies-Sand-Material 0/8 mm: Das Material für die untere/obere Bettung, die Seitenverfüllung und die Rohrüberdeckung im Bereich von PP-Kanalrohren sollte aus einem rundkörnigen, natürlichen Kies-Sand-Gemisch mit einem Größtkorn von maximal 8 mm bestehen. Alternativ kann auch ein Kies-Sand-Gemisch 0/16 mm verwendet werden.

Die Verwendung eines gebrochenen Mineralgemisches ist nicht zu empfehlen, da hier die Möglichkeit einer Beschädigung der Kanalrohre besteht.

Die Stärke der 'oberen Bettung' ist nach DIN EN 1610 in Abhängigkeit des örtlich verwendeten Rohrdurchmessers zu wählen.

Anmerkung Sediclean-Anlagen: Am nördlichen Rand der Versickerungsmulde für die Hofwässer wird die Errichtung von zwei Sediclean-Anlagen Typ M mit jeweils 18 m Länge zur Vorreinigung der Wässer geplant. Gemäß den grundsätzlich zu beachtenden technischen Herstellerinformationen muss die ebene Grabensohle eine 'ausreichende Tragfähigkeit' aufweisen. Bei Verhältnissen wie am Ansatzpunkt BS B66 wird von ausreichenden Tragfähigkeiten auf Planum ausgegangen. Das Rohraufleger ist mit steinfreiem, verdichtungsfähigem Bodenmaterial auszubilden und gemäß Herstellervorgaben zu verdichten. Die Dicke der Schicht muss 15 cm betragen. Das Größtkorn des Bodens für das Rohraufleger soll 20 mm nicht überschreiten.

Da in der Leitungszone ebenfalls nur verdichtungsfähiges, nicht bindiges Bodenmaterial mit einem Größtkorn < 20 mm verwendet werden soll, wird empfohlen hier ebenfalls das bereits benannte Kies-Sand-Gemisch 0/8 mm oder alternativ ein 0/16 mm-Material zu verwenden.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Material des 'Rohrauflegers'.

Daneben sind ggf. gesonderte Anforderungen des Leitungsbetreibers zu berücksichtigen.

**Die Seitenverfüllung und Grabenverfüllung kann bei den Betonrohren zur Vereinfachung der Bauabläufe bis zur Unterkante des RStO-Aufbaus mit demselben Material ausgeführt werden, welches in der Örtlichkeit schon zur Herstellung der Bettung genutzt wurde (hier: gütegeprüftes Naturstein-Mineralgemisch 0/32 mm bzw. 0/45 mm).**

**Bei in PP auszuführenden Kanaltrassen sind die Seitenverfüllung und die Rohrüberdeckung ebenfalls in dem Material der Bettung herzustellen (hier: 0/8 mm Kies-Sand, alternativ 0/16 mm).**

**Die Grabenverfüllung kann dann analog zu den Betonkanaltrassen mit 0/32 mm HKS oder 0/45 mm HKS vorgenommen werden.**

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

Wiedereinbaueignung von Auffüllungen und Böden: Bei den im Bereich der Kanaltrassen anfallenden Aushubböden handelt es sich um recht heterogen zusammengesetzte Auffüllungen / Böden, die wechselnde bindige-kiesige-sandige Anteile enthalten. Sie entsprechen daher nicht einem Material, was nach 'anerkanntem Stand der Technik' in einem Straßenoberbau wiederverwendet werden sollte.

'Bodenpressung': Es sollte eine einheitliche max. 'Bodenpressung'  $\sigma_{zul.}$  auf dem Gründungsniveau von  $\sigma_{E,k} = 170 \text{ kN/m}^2$  nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden. Grund für die gegenüber [V2] notwendige Reduzierung der zulässigen 'Bodenpressung' ist die Feststellung, dass Teile der Kanaltrasse innerhalb zur Tiefe unverändert gering konsistenter Böden zu liegen kommen werden.

Lagerungsdichteüberprüfung: Die Verdichtung des Gründungsplanums der (Schacht-)Bauwerke sollte vor den Gründungsarbeiten mittels (dynamischen) Plattendruckversuchen überprüft und kontrolliert werden. Es sollte hierbei auf dem Gründungsniveau der Bauwerke für das Verformungsmodul ein Wert von  $E_{v2} = 80 - 100 \text{ MPa}$  erreicht werden.

Die ausreichende Verdichtung der Grabenverfüllung sollte ebenfalls mittels (statischen) (Last-)Plattendruckversuchen und Rammsondierungen nachgewiesen werden.

Ingenieurgeologische Abnahmen werden angeraten. Hierbei sollte eine Überprüfung der vorliegenden Bodenverhältnisse auf Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen erfolgen. Der ausreichend tragfähige Baugrund muss nachgewiesen werden.

Bei Abweichungen von den Untersuchungsergebnissen kann kurzfristig eine Anpassung der zu treffenden Maßnahmen gegeben werden.

### **5.9.3 Alternative Hinweisgebung zur Kanalverlegung (Flüssigboden)**

Alternativ kann eine Verfüllung eines Teils der Kanalgräben mit einem so genanntem 'Flüssigboden' erfolgen. Da verfahrensbedingt eine Reduzierung des Durchlässigkeitsbeiwertes des aufbereiteten Bodens um etwa eine Größenordnung stattfindet, wird die Verwendung von Flüssigboden in den grundwasserbeeinflussten Trassenbereichen der Stauraumkanäle nicht favorisiert, um hier keinen zusätzlichen Aufstau- bzw ein Absinken des Grundwasserspiegels hervorzurufen. In nicht grundwasserbeeinflussten Kanaltrassen wird das hier beschriebene Verfahren als 'gleichwertig' zu einer herkömmlichen Verfüllung der Kanalgräben angesehen.

Der Hauptvorteil dieses Verfahrens ist im vorliegenden Fall in dem Wegfall der Verdichtungsarbeit im Kanalgraben zu sehen. Darüber hinaus können spätere Setzungen der Kanalgrabenverfüllung minimiert bzw. gänzlich vermieden werden. Durch diese Technik verringert sich die Breite des 'Kanalgrabens'.

Die Anforderungen an die Technik, die in der Lage ist, das Flüssigbodenverfahren umzusetzen, werden in den Güte- und Prüfbestimmungen der RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. (Fassung Feb. 2019) beschrieben. Weiterhin gilt die DIN EN 1610 in Verbindung mit dem (aktuell Überarbeitung befindlichen) Arbeitsblatt DWA-A 139.

Für eine Flüssigbodenherstellung vor Ort muss eine größere Fläche (ca. 400 m<sup>2</sup> - 800 m<sup>2</sup>) für die Aufbereitung bereitstehen. Hier ist davon auszugehen, dass in der Maßnahme eine solche Flächengröße bereitgestellt werden kann.

Alternativ wäre zu prüfen, in wieweit ein An- und Abtransport der Bodenmassen möglich und wirtschaftlich lohnenswert ist. Möglicherweise kann eine vollständige Anlieferung eines Flüssigbodens von 'außerhalb' erfolgen.

Weiterhin müssen im Vorfeld die Einbauparameter in Laborversuchen bestimmt werden, bevor ein Einbau von Flüssigboden erfolgen kann. Hierfür sind eine Mindestmenge des für den Einbau vorgesehenen Bodens von ca. 60 l und eine Bearbeitungszeit von mindestens 30 (Werk-)Tagen einzuplanen.

Um die g.g. Prüfungs- und Platzproblematik zu umgehen kann alternativ auf ein geprüftes Fertigprodukt zurückgegriffen werden.

Der Einbau von Flüssigboden ist nur bei Temperaturen von  $\geq 2^{\circ}\text{C}$  zulässig. In Perioden mit niedrigeren Temperaturen sind daher Stillstandzeiten einzukalkulieren.



Bei einem Einbau von Flüssigboden müssen die Kanäle mit geeigneten Mitteln gegen ein Aufschwimmen lagestabil gesichert und die einzelnen (Rohr-)Abschnitte gegen das Eindringen von Flüssigboden verschlossen werden.

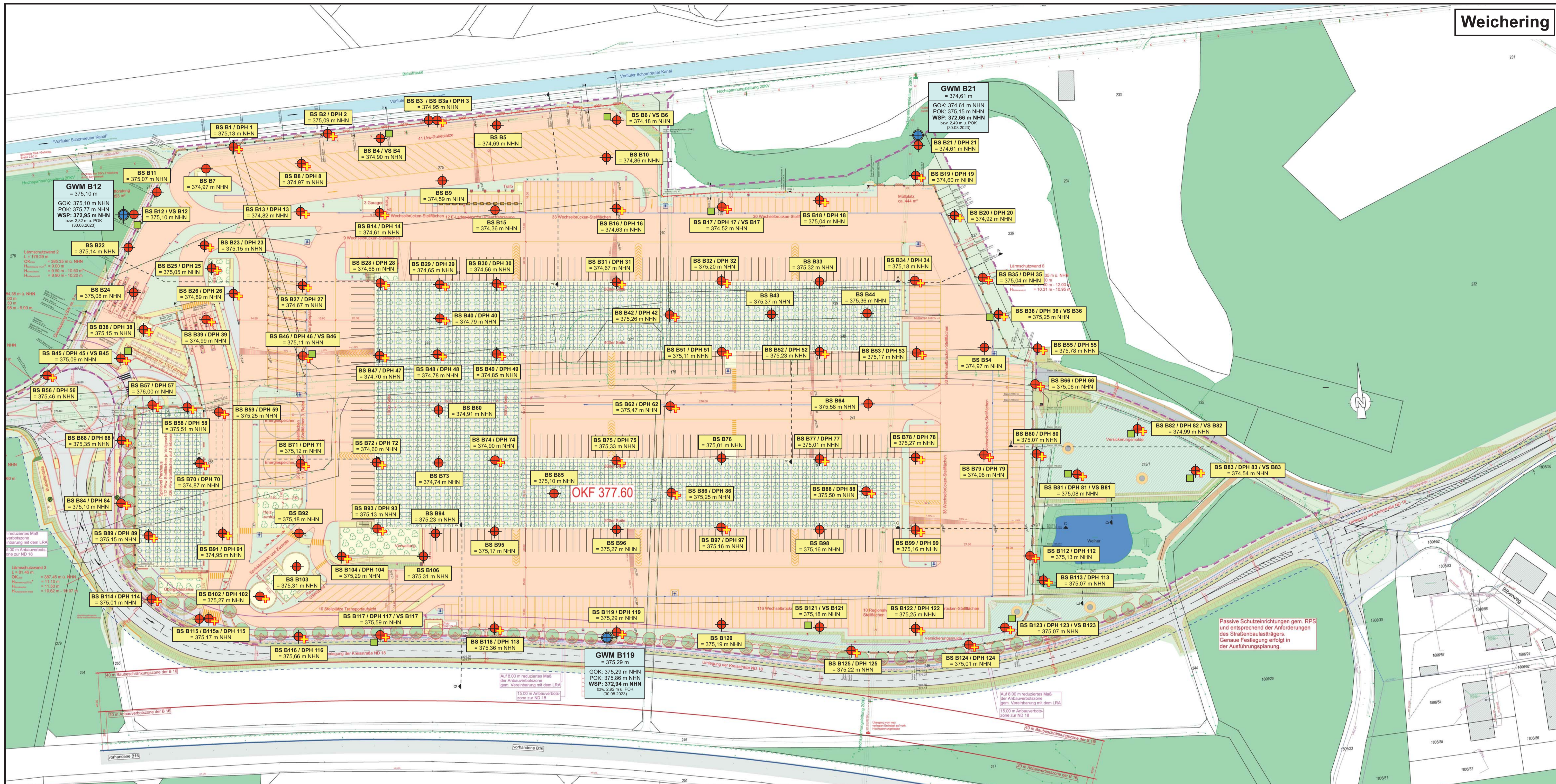
Für den Einbau von Flüssigboden wird eine Fremdüberwachung durch eine anerkannte Prüfstelle erforderlich.



ANLAGE 1.1

Lageplan (1:1.000)





- Zeichenerklärung:**
- BS Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1
  - DPH Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22475-2
  - GWM Grundwassermessstelle (Ø 2")
  - VS Versickerungsversuch im Gelände

**Maßstab**  
1 : 1.000

**10 m**

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

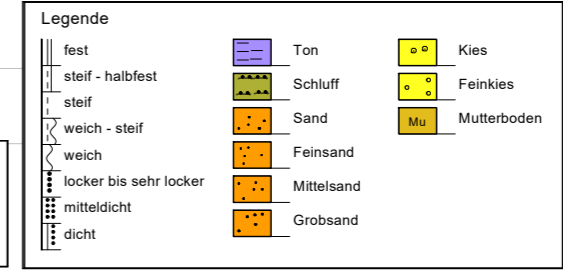
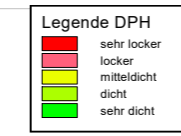
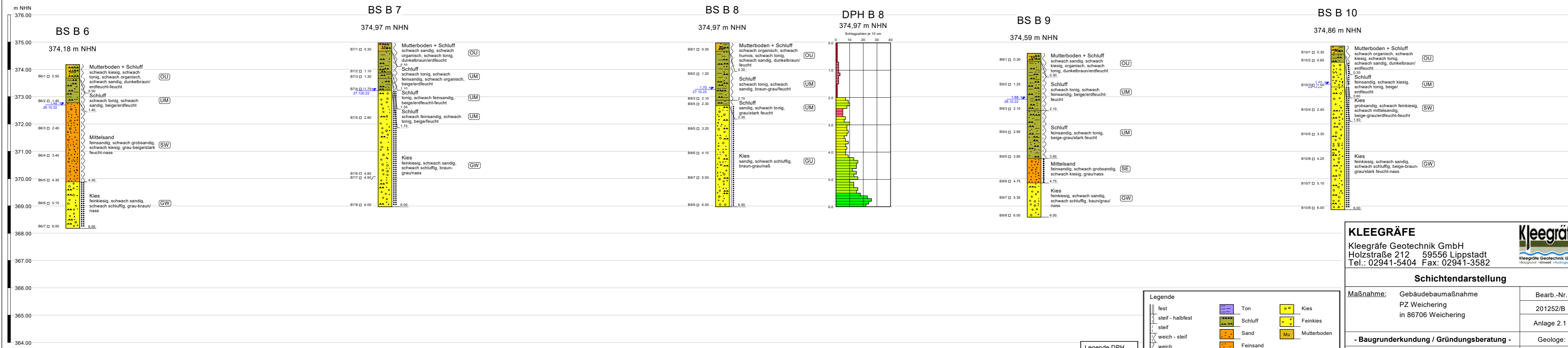
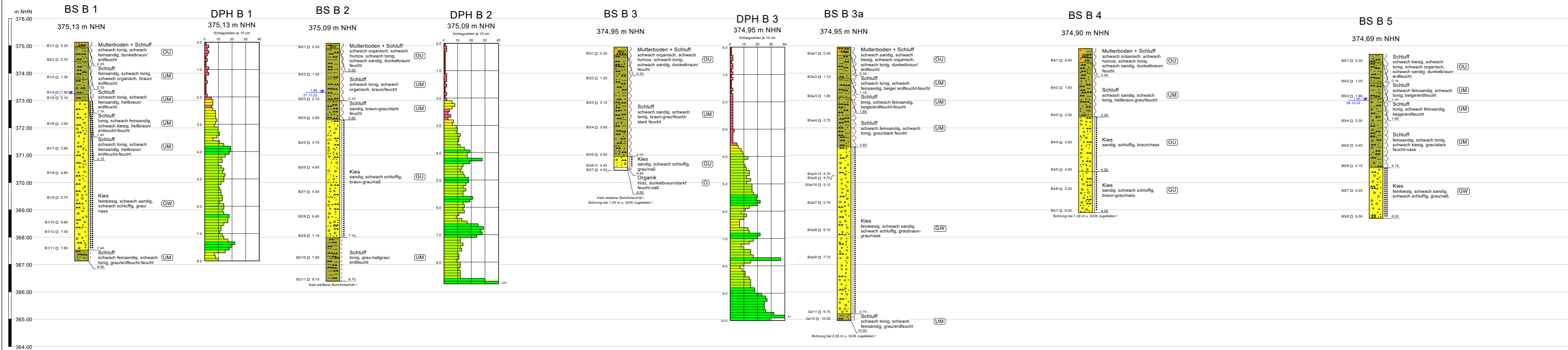
**Lageplan**

<b>Maßnahme:</b> Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	<b>Barb.-Nr.:</b> 201252-B A 1
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>	<b>Anlage:</b> 1.1
<b>Auftragnehmer:</b> DEUTSCHE POST DHL REAL ESTATE DEUTSCHLAND GMBH Landsberger Straße 312 80687 München	<b>Blatt:</b> 1 von 1 September 2023 Klee/Mey/Thio M. 1 : 1.000



ANLAGE 2.1 - 2.13

Schichtendarstellung / Rammdiagramme /  
Ausbauzeichnungen

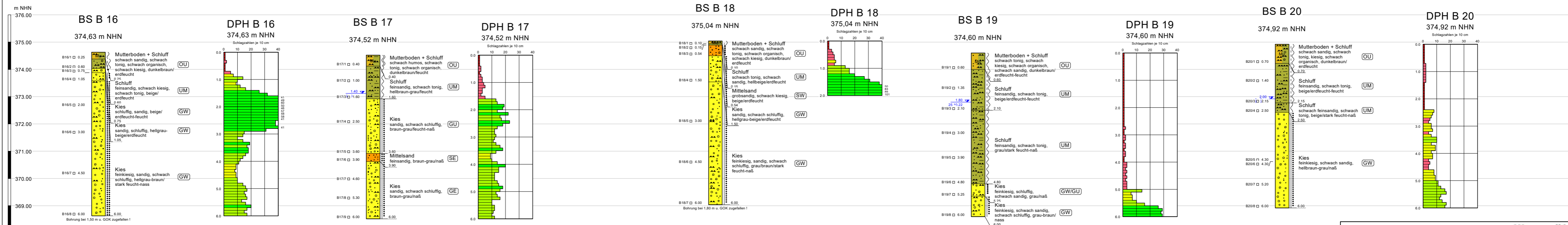
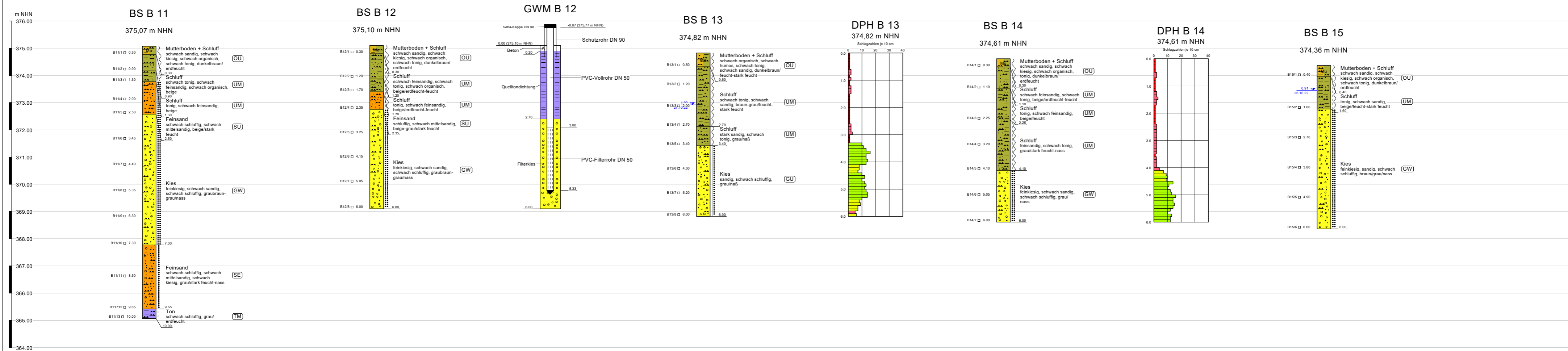


**KLEEGRÄFE**  
 Kleegräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	201252/B
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage 2.1
		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock
		Datum: KW43./45./46. 2022





**Legende**

**Legende DPH**

- steif
- weich - steif
- weich
- breiig
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr locker
- locker
- mitteldicht
- dicht
- sehr dicht

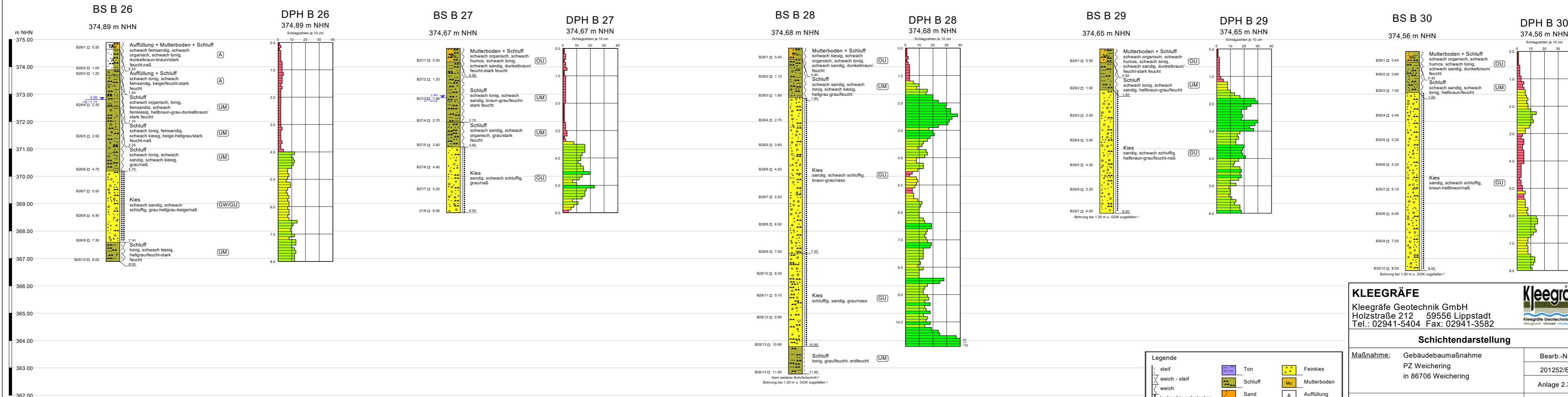
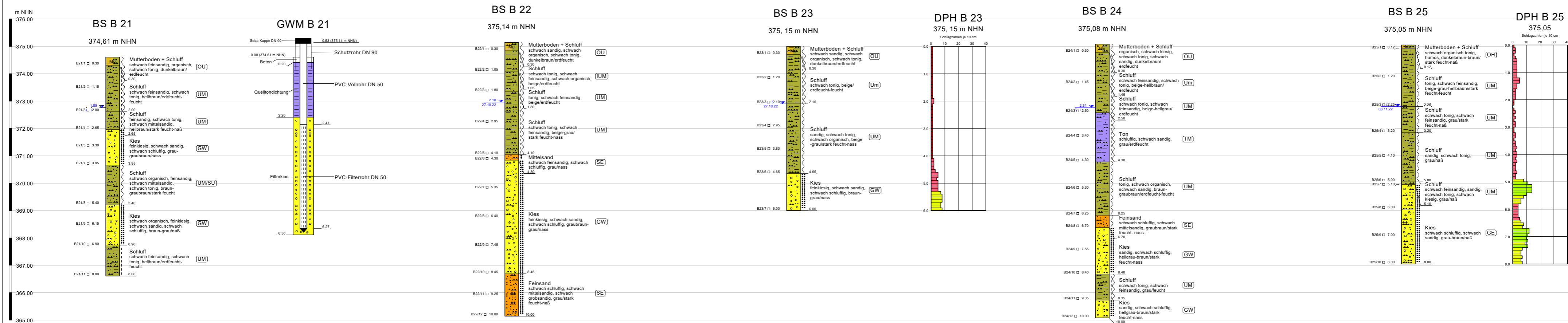
**Legende**

- A Auffüllung
- Ton
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Grobsand
- Kies
- Feinkies
- Mutterboden
- Filterrohr

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	201252/B
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage 2.2
		Geologe:
Bauherrn:	Deutsche Post DHL	Herr Schulte /
	Real Estate Deutschland GmbH	Frau Weinstock
	Landsberger Straße 312 80687 München	Datum:
		KW43./45./46. 2022



**Legende DPH**

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

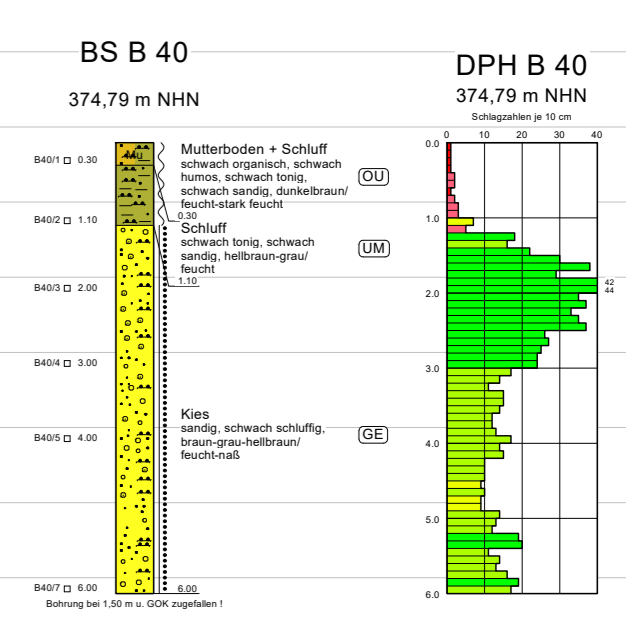
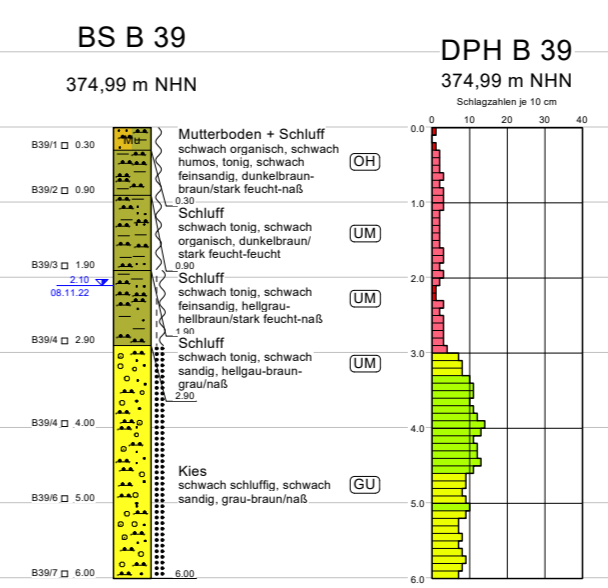
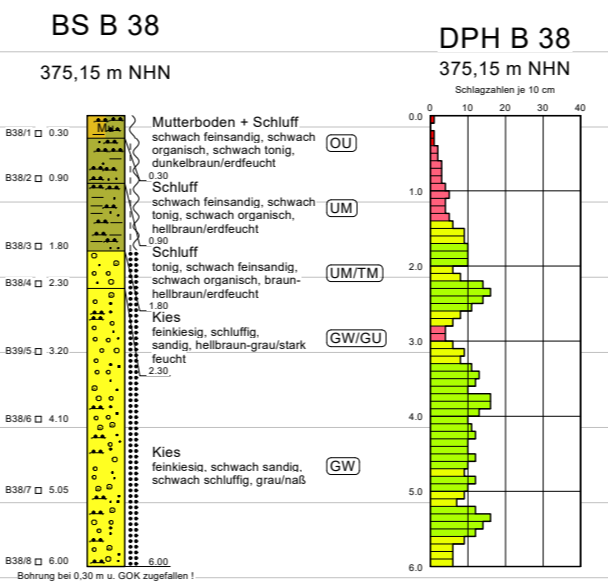
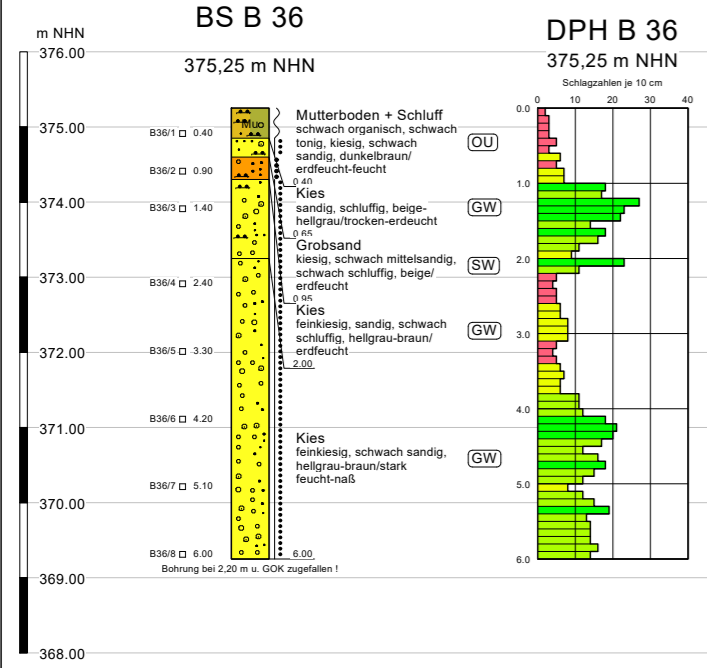
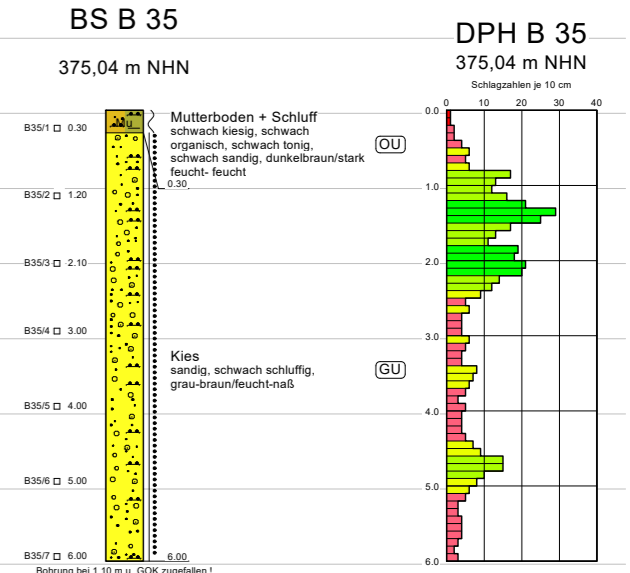
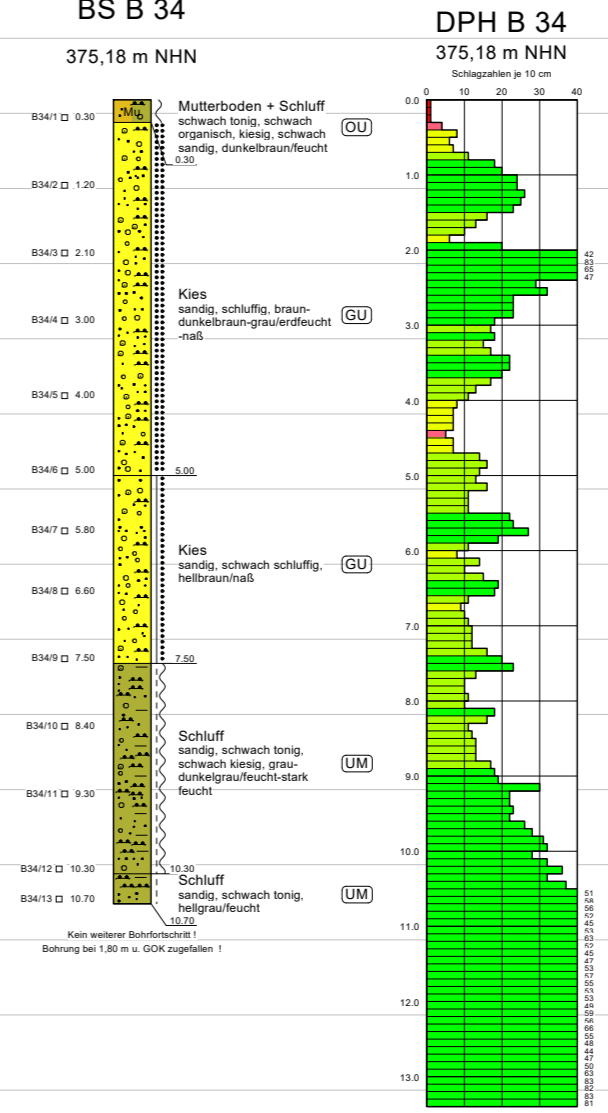
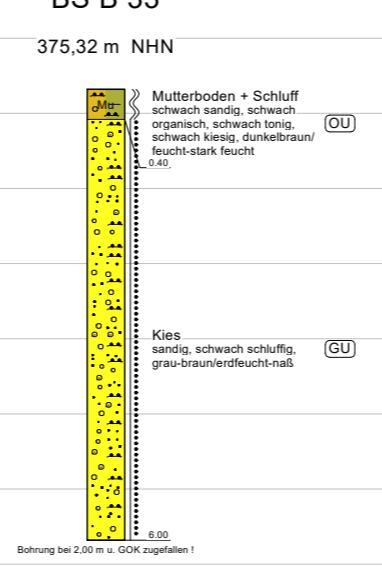
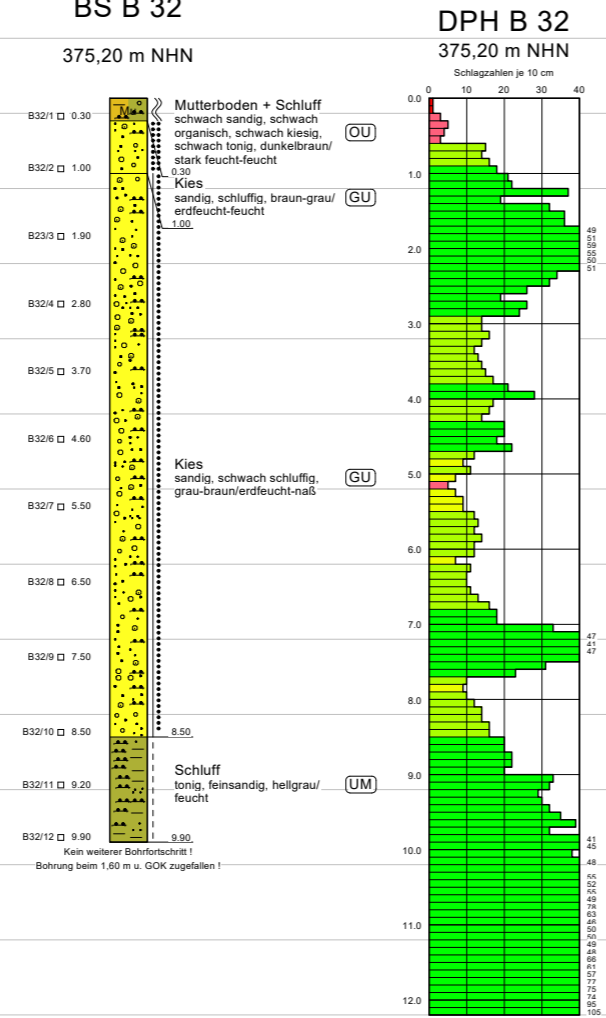
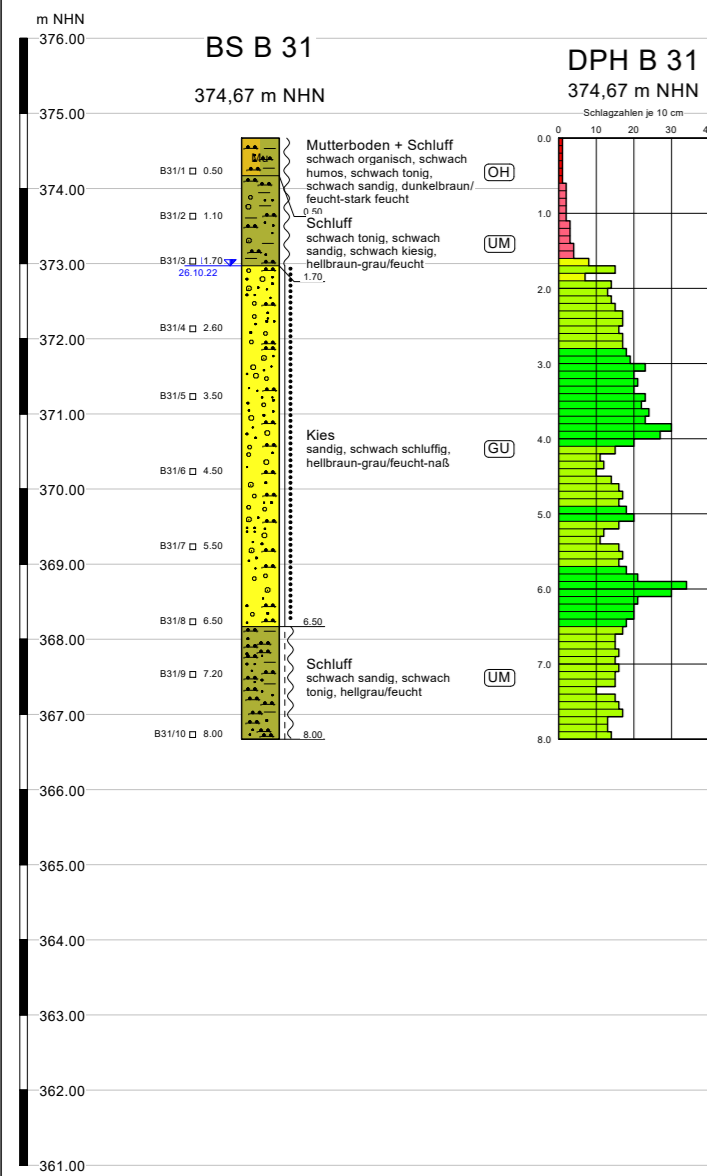
**Legende**

- steif
- weich - steif
- weich
- locker bis sehr locker
- mitteldicht
- dicht
- Ton
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Mittelsand
- Kies
- Feinkies
- Mutterboden
- Auffüllung
- Filterrohr

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.	201252/B
			Anlage 2.3
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:	Herr Schulte / Frau Weinstock
Bauherrn:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Datum:	KW43./45./46. 2022



**Legende**

steif	Ton	Feinkies
weich - steif	Schluff	Mutterboden
weich	Sand	
breilig	Feinsand	
locker bis sehr locker	Grobsand	
mitteldicht	Kies	
dicht		
sehr dicht		

**Legende DPH**

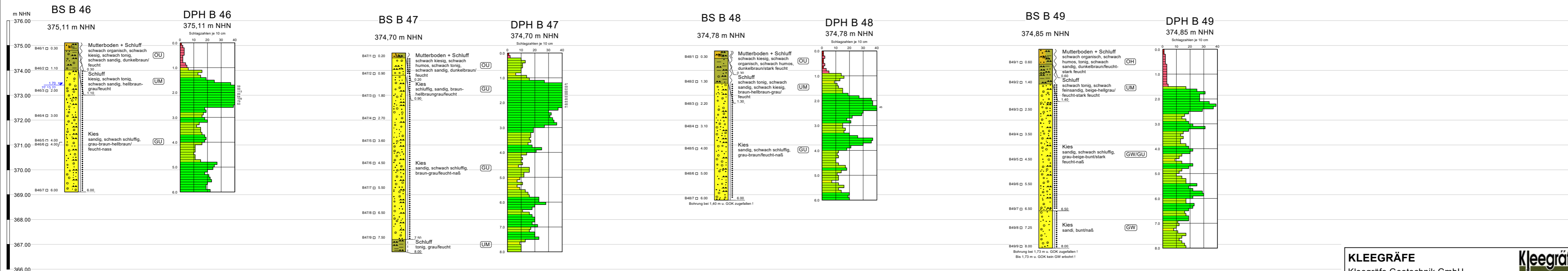
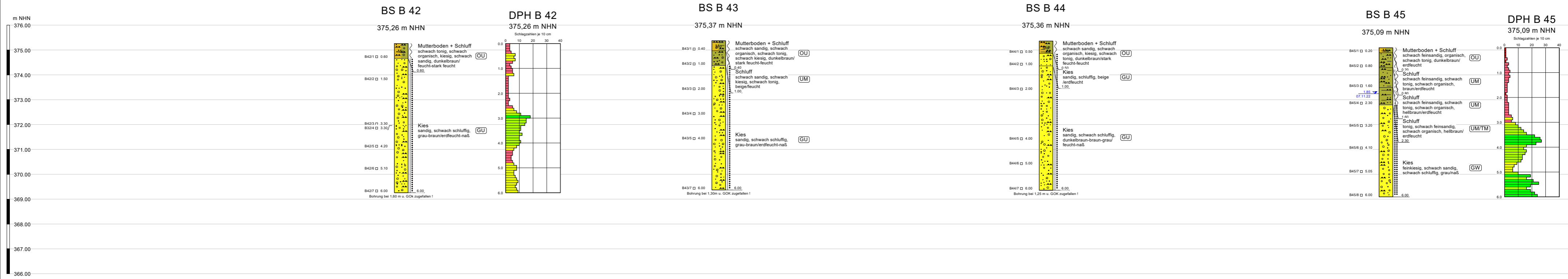
sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.	201252/B Anlage 2.4
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:	Herr Schulte / Frau Weinstock
Bauherren:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Datum:	KW43/45/46_2022





**Legende DPH**

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

**Legende**

- stief
- weich - stief
- weich
- breilig
- mitteldicht
- dicht
- Ton
- Schluff
- Sand
- Feinsand
- Kies
- Feinkies
- Mutterboden

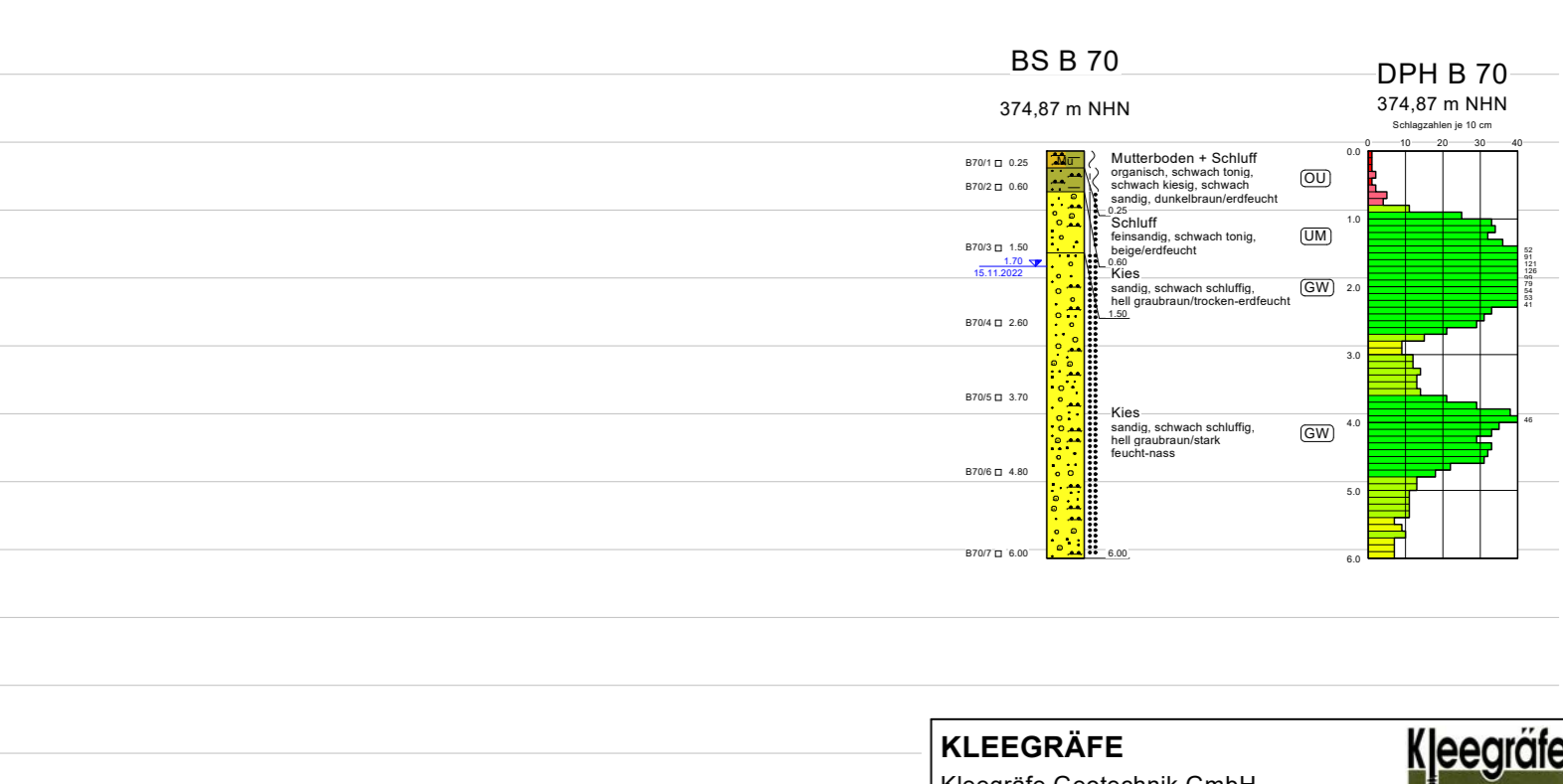
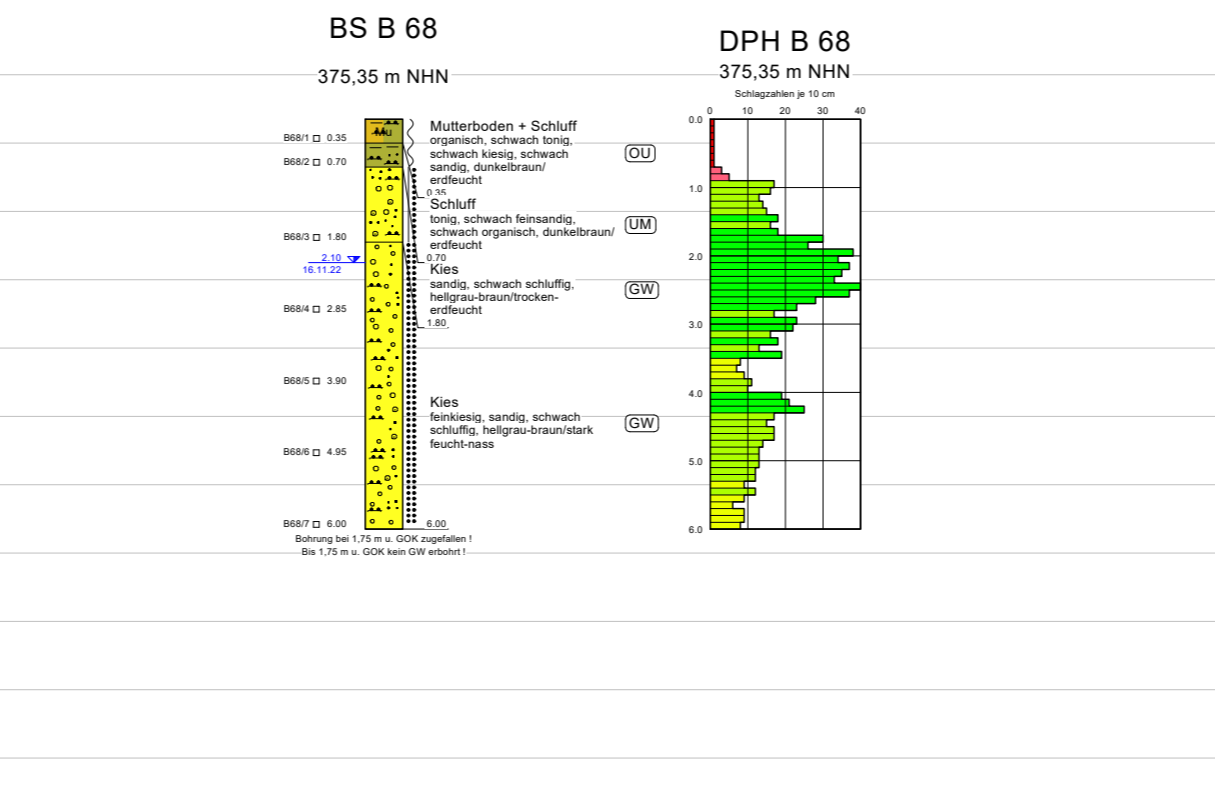
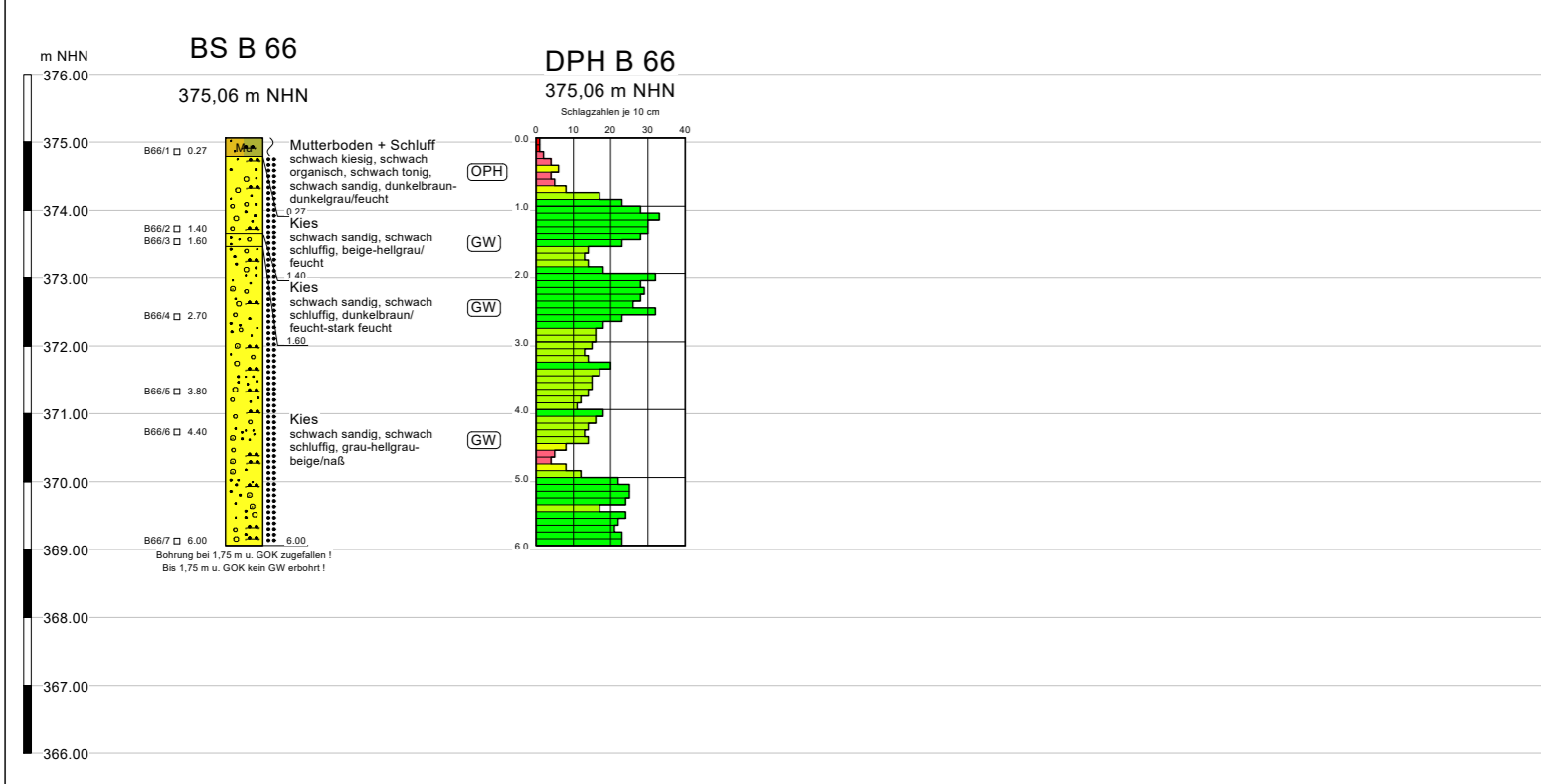
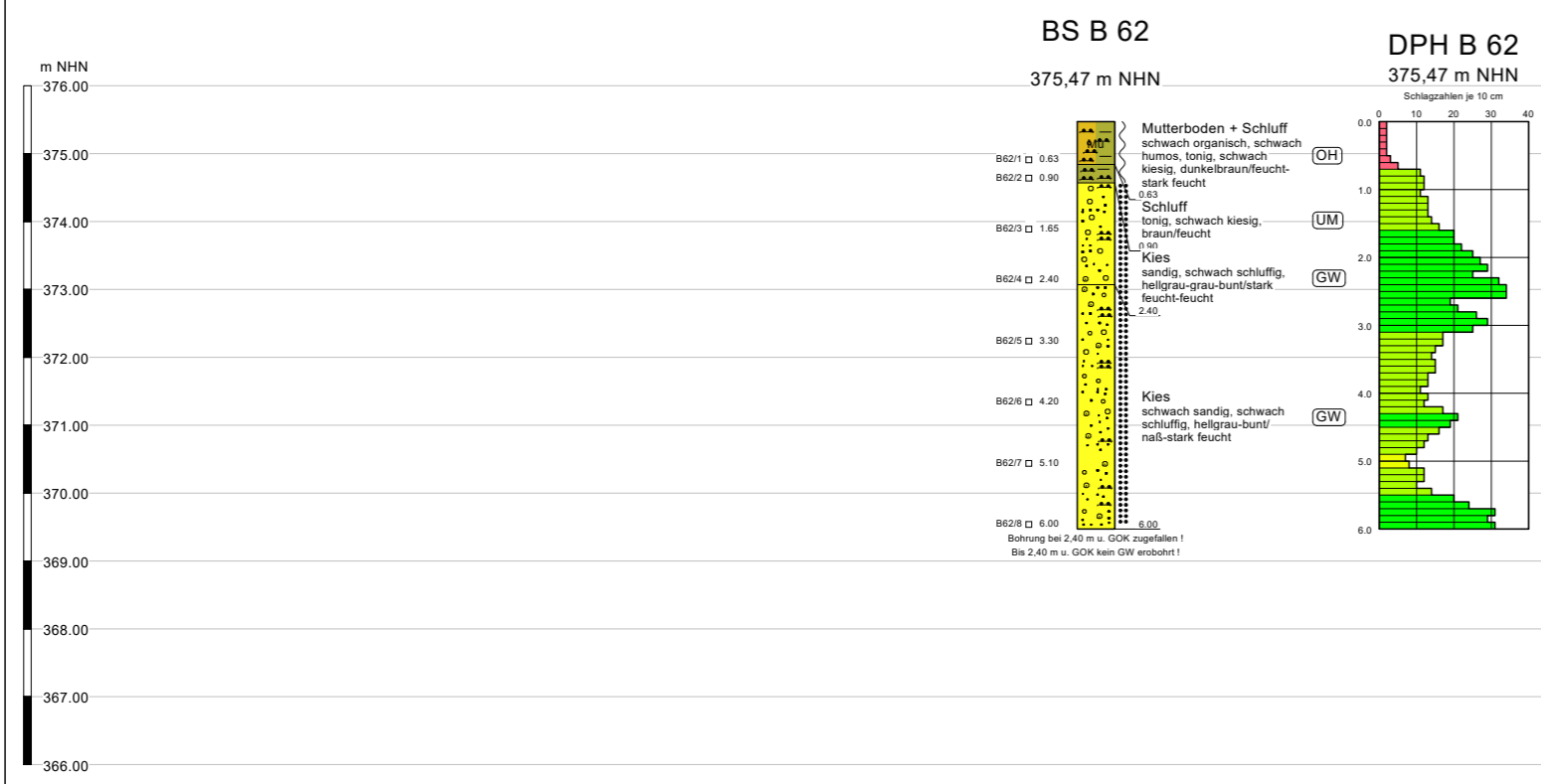
**KLEEGRÄFE**  
 KleeGräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	201252/B
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage 2.5
		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL	Herr Schulte /
	Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Frau Weinstock
		Datum: KW43./45./46. 2022







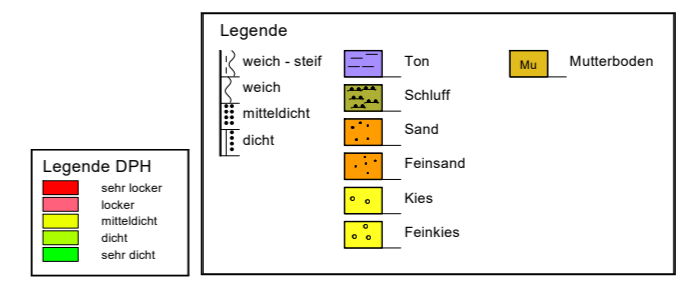
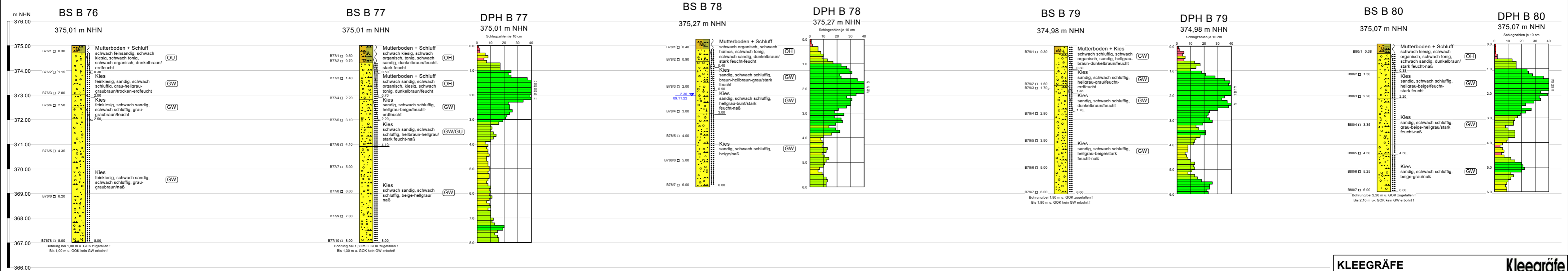
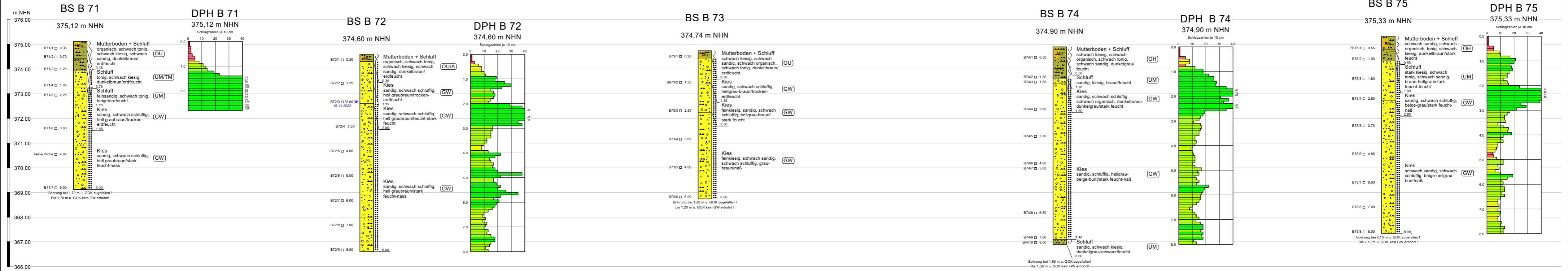
**Legende**

	Ton		Mutterboden
	Schluff		Auffüllung
	Sand		
	Feinsand		
	Kies		
	Feinkies		

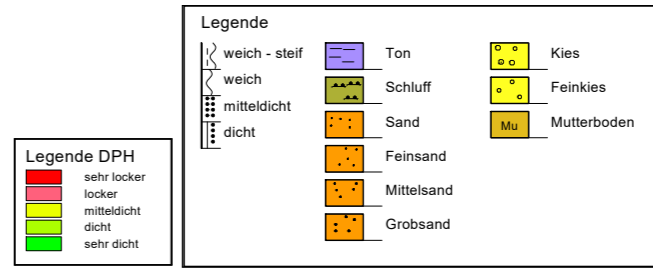
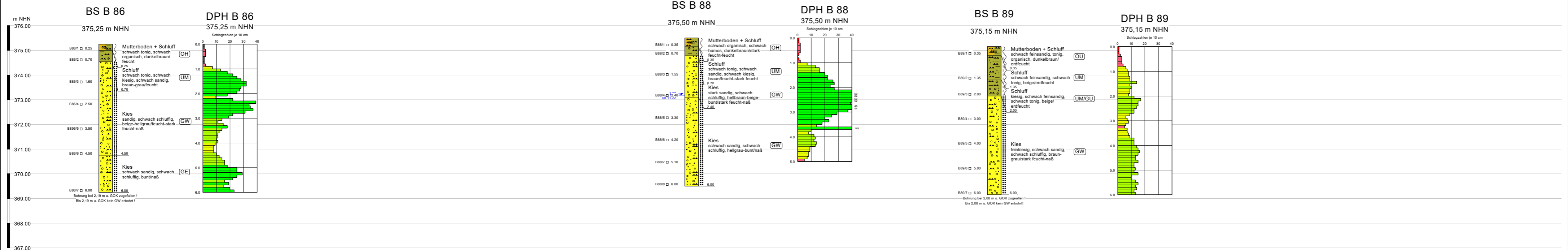
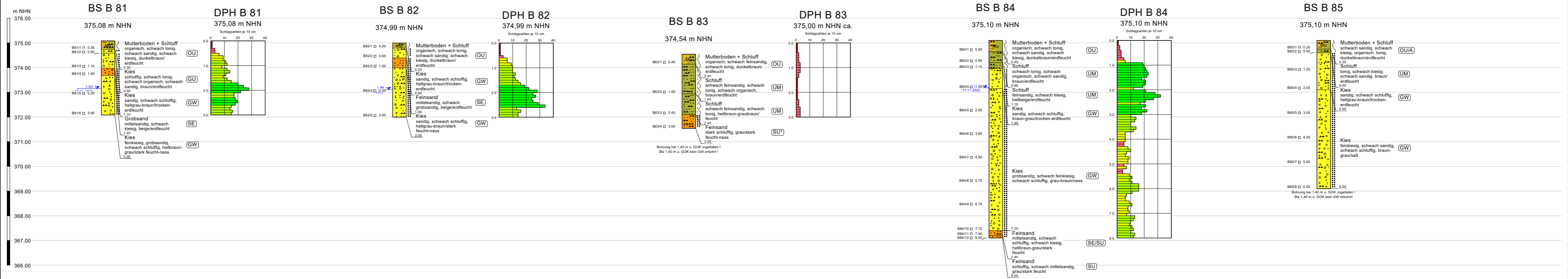
**KLEEGRÄFE**  
KleeGräfe Geotechnik GmbH  
Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	201252/B
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Anlage 2.7
		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL	Herr Schulte /
	Real Estate Deutschland GmbH	Frau Weinstock
	Landsberger Straße 312	Datum:
	80687 München	KW43./45./46. 2022



<b>KLEEGRÄFE</b>		
KleeGräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
<b>Schichtendarstellung</b>		
<b>Maßnahme:</b>	Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr. 201252/B Anlage 2.8
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:
<b>Bauherren:</b>	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock Datum: KW43./45./46. 2022



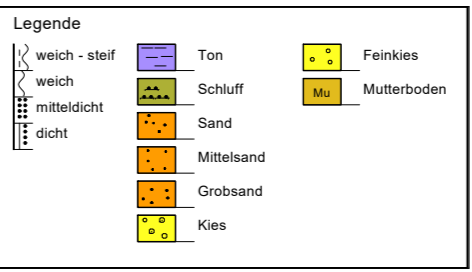
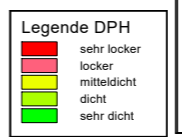
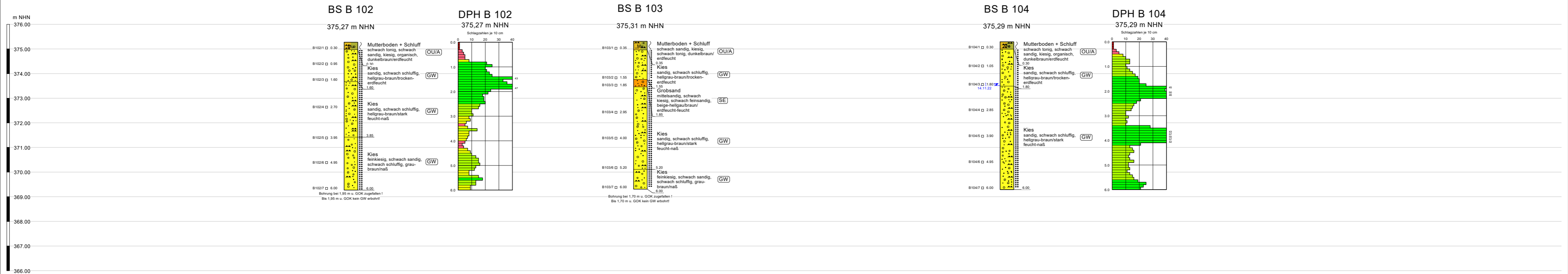
**KLEEGRÄFE**  
 Kleegräfe Geotechnik GmbH  
 Holzstraße 212 59556 Lippstadt  
 Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock

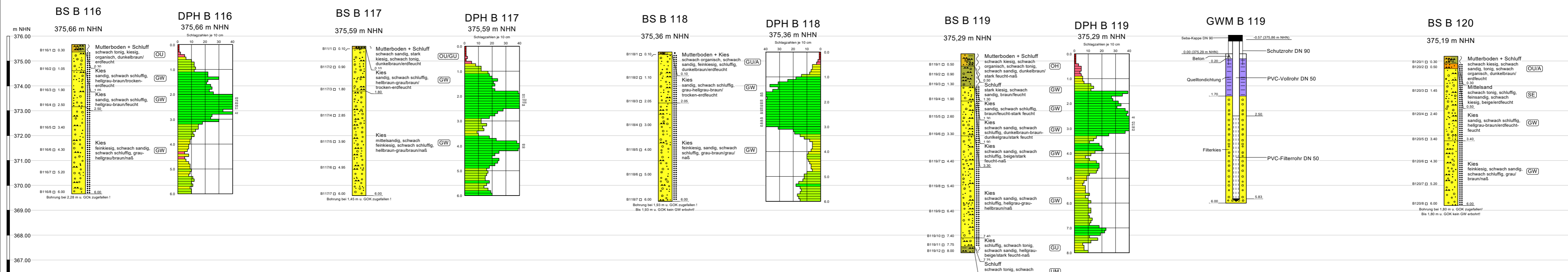
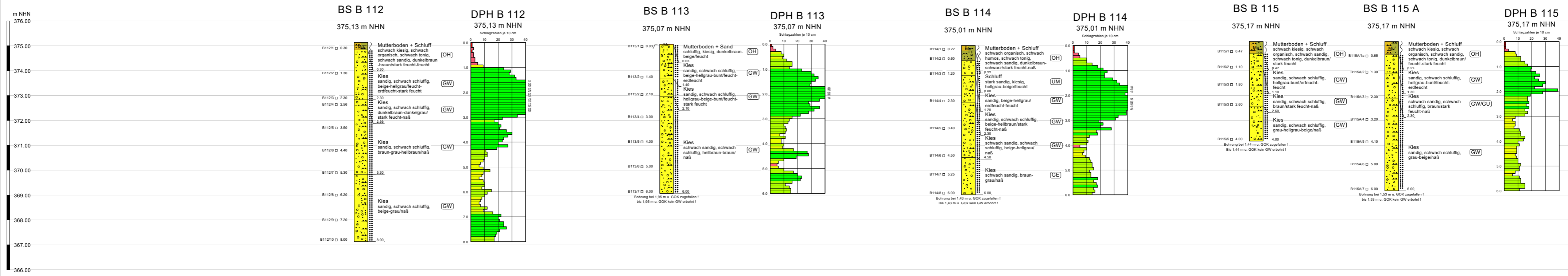






<b>KLEEGRÄFE</b>		
Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
<b>Schichtendarstellung</b>		
Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.
		201252/B Anlage 2.11
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock
		Datum: KW43./45./46. 2022





**Legende**

weich - steif	Ton	Mutterboden
weich	Schluff	Auffüllung
locker bis sehr locker	Sand	Filterrohr
mitteldicht	Mittelsand	
dicht	Kies	
	Feinkies	

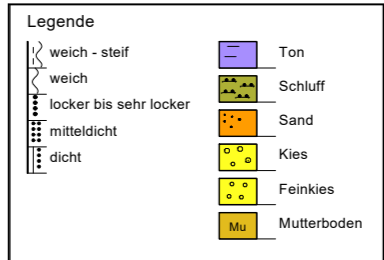
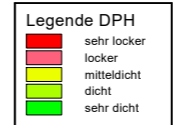
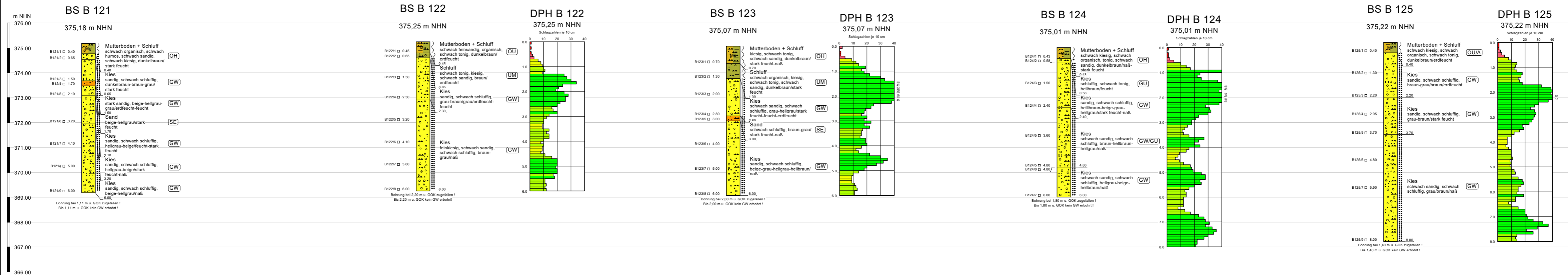
**Legende DPH**

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr. 201252/B Anlage 2.12
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:
Bauherrn:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock Datum: KW43./45./46, 2022



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



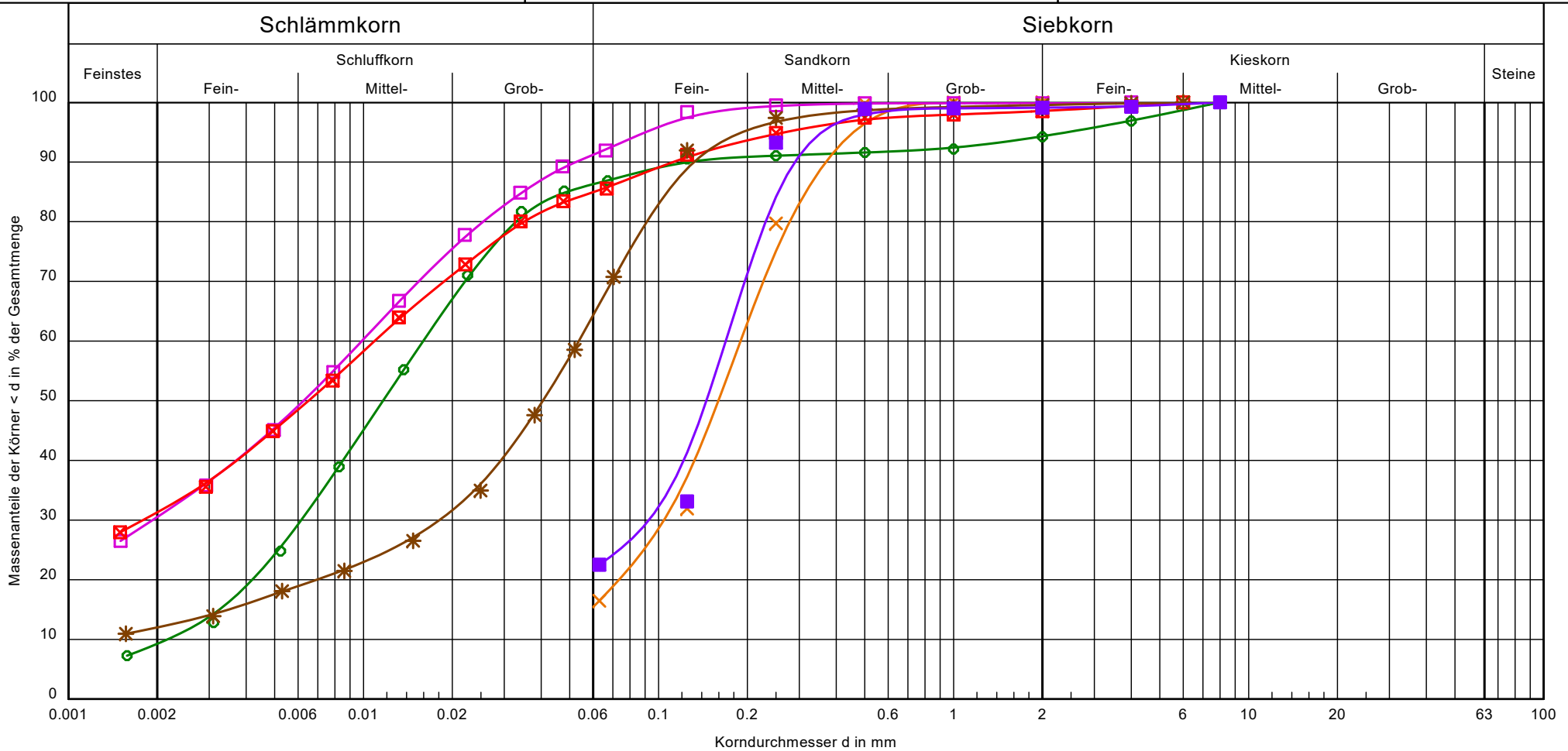
Schichtendarstellung		
Maßnahme:	Gebäudebaumaßnahme	Bearb.-Nr.
	PZ Weichering in 86706 Weichering	201252/B Anlage 2.13
<b>- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -</b>		Geologe:
Bauherren:	Deutsche Post DHL Real Estate Deutschland GmbH Landsberger Straße 312 80687 München	Herr Schulte / Frau Weinstock Datum: KW43./45./46. 2022

A N L A G E 3.1 – 3.6

Korngrößenanalysen  
(Kornsummenkurven)

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -



Bezeichnung:	Probe B2/11	Probe B6/4	Probe B9/2	Probe B14/3	Probe B19/2	Probe B22/12
Bodenart:	U, t', s', g'	fS, mS, u	U, t', fs'	U, t', fs'	U, fs, t'	fs, u, ms
Tiefe:	7,90 - 8,70 m	2,40 - 3,40 m	0,30 - 1,20 m	1,10 - 2,25 m	0,60 - 1,35 m	9,25 - 10,00 m
kf-Wert [m/s]:	$\sim 1,2 \cdot 10^{-8}$ m/s	$< 1 \cdot 10^{-5}$ m/s	$< 6 \cdot 10^{-9}$ m/s	$< 6,0 \cdot 10^{-9}$ m/s	$\sim 3,9 \cdot 10^{-8}$ m/s	$< 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
T/U/S/G [%]:	9.3/77.3/7.8/5.7	-/16.5/83.5/-	30.5/61.1/8.2/0.1	31.3/54.0/13.2/1.4	12.0/54.2/33.3/0.5	-/22.5/76.6/0.9
Cu/Cc:	7.4/1.1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
d20 [mm]	0.0042	0.0734	-	-	0.0069	-
d10 [mm]	0.0022	-	-	-	-	-

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B2/11  
 Bodenart: U, t', s', g'  
 Tiefe: 7,90 - 8,70 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,2 \cdot 10^{-8}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 9.3 / 77.3 / 7.8 / 5.7  
 Cu/Cc: 7.4/1.1  
 d20 [mm] 0.0042  
 d10 [mm] 0.0022  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.002 / 0.006 / 0.016  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 37.54  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 33.98  
 Korndichte [g/cm³]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70  
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0  
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	1.18	3.14	96.86
2.0	0.99	2.64	94.22
1.0	0.77	2.05	92.17
0.5	0.22	0.59	91.58
0.25	0.20	0.53	91.05
0.125	0.20	0.53	90.52
Schale	33.98	90.52	-
Summe	37.54		
Siebverlust	0.00		

## Schlämmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	19.10	20.30	0.0672	20.0	121.29	1.00541	86.85
0	1	18.70	19.90	0.0479	20.0	122.89	1.00541	85.14
0	2	17.90	19.10	0.0343	20.0	126.09	1.00541	81.71
0	5	15.40	16.60	0.0225	20.0	136.09	1.00541	71.02
0	15	11.70	12.90	0.0137	20.1	150.89	1.00297	55.19
0	45	7.90	9.10	0.0083	20.3	166.09	0.99810	38.93
2	0	4.60	5.80	0.0052	20.7	179.29	0.98848	24.81
6	0	1.80	3.00	0.0031	21.0	190.49	0.98136	12.83
24	0	0.50	1.70	0.0016	20.6	195.69	0.99087	7.27



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B6/4  
Bodenart: fS, m $\bar{s}$ , u  
Tiefe: 2,40 - 3,40 m  
kf-Wert [m/s]:  $<1 * 10^{-5}$  m/s  
T/U/S/G [%]: - / 16.5 / 83.5 / -  
Cu/Cc: -/-  
d<sub>20</sub> [mm] 0.0734  
d<sub>10</sub> [mm] -  
d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.104 / 0.190  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 244.06

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.07	0.03	99.97
0.5	0.50	0.20	99.77
0.25	48.95	20.06	79.71
0.125	116.60	47.78	31.93
0.063	37.70	15.45	16.49
Schale	40.24	16.49	-
Summe	244.06		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B9/2

Bodenart: U,  $\bar{t}$ , fs'

Tiefe: 0,30 - 1,20 m

kf-Wert [m/s]:  $<6 \cdot 10^{-9}$  m/s

T/U/S/G [%]: 30.5 / 61.1 / 8.2 / 0.1

Cu/Cc: -/-

d20 [mm] -

d10 [mm] -

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.002 / 0.010

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 36.34

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 35.75

Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: Standard Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40

Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50

Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00

Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20

Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70

d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0

d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.05	0.14	99.86
1.0	0.00	0.00	99.86
0.5	0.00	0.00	99.86
0.25	0.13	0.36	99.50
0.125	0.41	1.13	98.38
Schale	35.75	98.38	-
Summe	36.34		
Siebverlust	0.00		

## Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	$R'_h$ [-]	$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	$H_r$ [mm]	$\eta$ [-]	Durchgang [%]
0	0.5	19.60	20.80	0.0662	20.6	119.29	0.99087	91.93
0	1	19.00	20.20	0.0473	20.6	121.69	0.99087	89.27
0	2	18.00	19.20	0.0340	20.6	125.69	0.99087	84.86
0	5	16.40	17.60	0.0220	20.6	132.09	0.99087	77.78
0	15	13.90	15.10	0.0132	20.6	142.09	0.99087	66.74
0	45	11.20	12.40	0.0079	20.6	152.89	0.99087	54.80
2	0	9.00	10.20	0.0050	20.7	161.69	0.98848	45.08
6	0	6.90	8.10	0.0029	21.0	170.09	0.98136	35.80
24	0	4.80	6.00	0.0015	21.0	178.49	0.98136	26.52

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B14/3  
 Bodenart: U,  $\bar{t}$ , fs'  
 Tiefe: 1,10 - 2,25 m  
 kf-Wert [m/s]:  $< 6,0 \cdot 10^{-9}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 31.3 / 54.0 / 13.2 / 1.4  
 Cu/Cc: -/-  
 d<sub>20</sub> [mm] -  
 d<sub>10</sub> [mm] -  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.002 / 0.011  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 35.09  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 34.59  
 Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur C<sub>m</sub> / R'<sub>0</sub>: 0.50 / 0.70  
 d<sub>1</sub> = 20.0 d<sub>2</sub> = 40.0 d<sub>3</sub> = 60.0 d<sub>4</sub> = 80.0  
 d<sub>5</sub> = 100.0 d<sub>6</sub> = 120.0 d<sub>7</sub> = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
6.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.23	0.62	99.38
2.0	0.32	0.87	98.51
1.0	0.21	0.57	97.94
0.5	0.19	0.52	97.42
0.25	0.94	2.55	94.88
0.125	1.35	3.66	91.21
Schale	33.64	91.21	-
Summe	36.88		
Siebverlust	-1.79		

## Schlämmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	19.00	20.20	0.0668	20.7	121.69	0.98848	85.55
0	1	18.50	19.70	0.0476	20.7	123.69	0.98848	83.43
0	2	17.70	18.90	0.0341	20.7	126.89	0.98848	80.05
0	5	16.00	17.20	0.0221	20.7	133.69	0.98848	72.85
0	15	13.90	15.10	0.0132	20.7	142.09	0.98848	63.95
0	45	11.40	12.60	0.0079	20.8	152.09	0.98610	53.36
2	0	9.40	10.60	0.0049	21.0	160.09	0.98136	44.89
6	0	7.20	8.40	0.0029	21.0	168.89	0.98136	35.58
24	0	5.40	6.60	0.0015	20.7	176.09	0.98848	27.95

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B19/2  
Bodenart: U, fs, t'  
Tiefe: 0,60 - 1,35 m  
kf-Wert [m/s]:  $\sim 3,9 \cdot 10^{-8}$  m/s  
T/U/S/G [%]: 12.0 / 54.2 / 33.3 / 0.5  
Cu/Cc: -/-  
d<sub>20</sub> [mm] 0.0069  
d<sub>10</sub> [mm] -  
d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.018 / 0.054  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 38.14  
Schlammanalyse:  
Trockenmasse [g]: 35.07  
Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
Aräometer:  
Bezeichnung: Standard Aräometer  
Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40  
Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
Meniskuskorrektur C<sub>m</sub> / R'<sub>0</sub>: 0.50 / 0.70  
d<sub>1</sub> = 20.0 d<sub>2</sub> = 40.0 d<sub>3</sub> = 60.0 d<sub>4</sub> = 80.0  
d<sub>5</sub> = 100.0 d<sub>6</sub> = 120.0 d<sub>7</sub> = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
6.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.06	0.16	99.84
2.0	0.11	0.29	99.55
1.0	0.12	0.31	99.24
0.5	0.16	0.42	98.82
0.25	0.55	1.44	97.38
0.125	2.07	5.43	91.95
Schale	35.07	91.95	-
Summe	38.14		
Siebverlust	0.00		

## Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	15.60	16.80	0.0705	20.6	135.29	0.99087	70.74
0	1	12.70	13.90	0.0519	20.6	146.89	0.99087	58.53
0	2	10.10	11.30	0.0380	20.6	157.29	0.99087	47.58
0	5	7.10	8.30	0.0249	20.6	169.29	0.99087	34.95
0	15	5.10	6.30	0.0147	20.6	177.29	0.99087	26.53
0	45	3.90	5.10	0.0086	20.7	182.09	0.98848	21.48
2	0	3.10	4.30	0.0053	21.0	185.29	0.98136	18.11
6	0	2.10	3.30	0.0031	21.0	189.29	0.98136	13.90
24	0	1.40	2.60	0.0016	20.6	192.09	0.99087	10.95

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Proben B2/11, B6/4, B9/2, B14/3, B19/2, B22/12

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B22/12

Bodenart: fS, u, ms

Tiefe: 9,25 - 10,00 m

kf-Wert [m/s]:  $<1 \cdot 10^{-5}$  m/s

T/U/S/G [%]: - / 22.5 / 76.6 / 0.9

Cu/Cc: -/-

d<sub>20</sub> [mm] -d<sub>10</sub> [mm] -d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.093 / 0.169

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 243.67

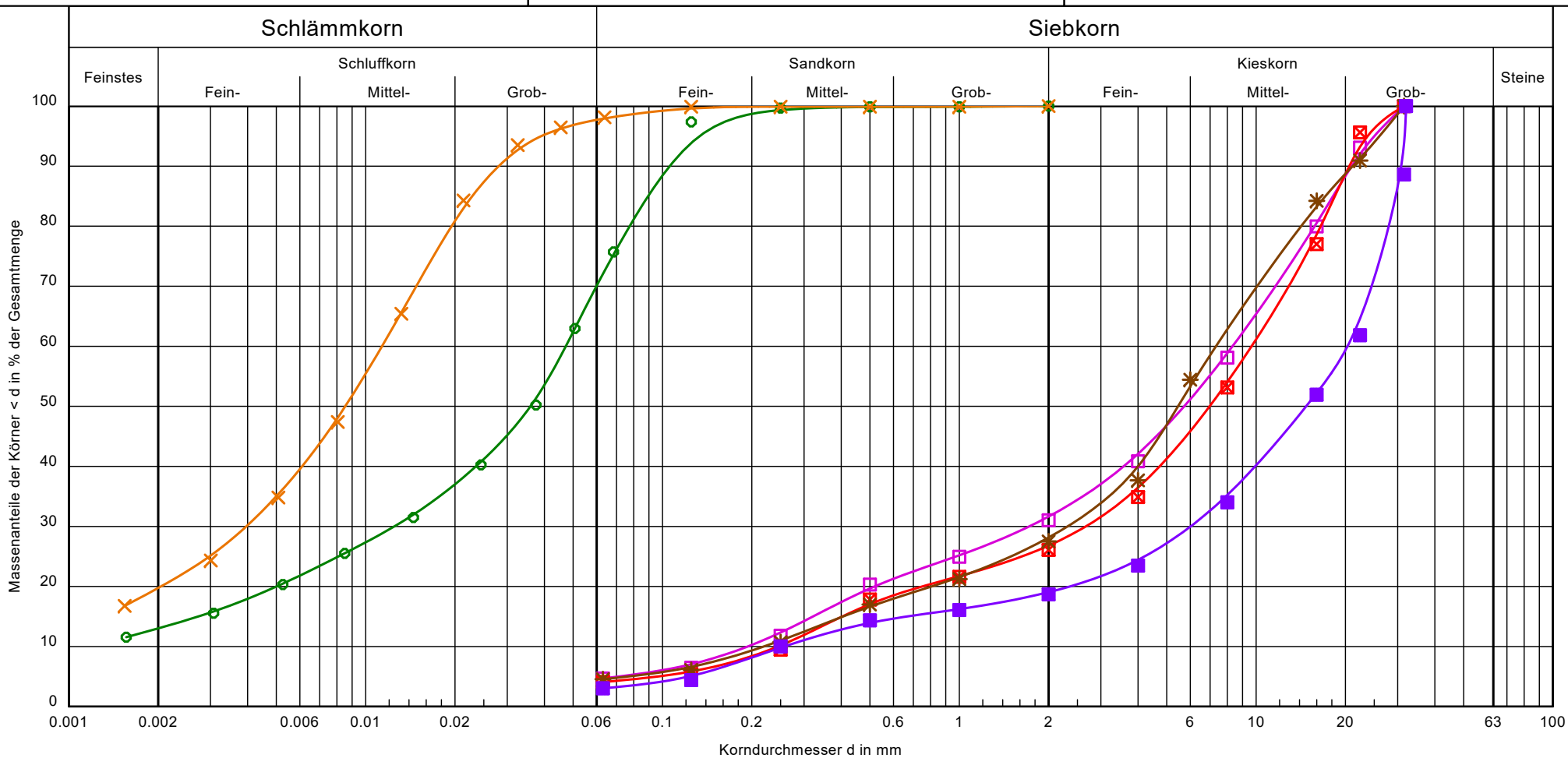
## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	1.81	0.74	99.26
2.0	0.41	0.17	99.09
1.0	0.23	0.09	98.99
0.5	0.25	0.10	98.89
0.25	13.78	5.66	93.24
0.125	146.44	60.10	33.14
0.063	25.89	10.63	22.51
Schale	54.86	22.51	-
Summe	243.67		
Siebverlust	0.00		



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -



Bezeichnung:	Probe B25/4	Probe B26/10	Probe B32/8	Probe B44/3	Probe B47/7	Probe B49/8
Bodenart:	U, fs, t'	U, t	G, fs', ms', gs'	mG, fg, ms', gs', gg'	G, ms', gs'	gG, mg, fs', ms', fg'
Tiefe:	2,25 - 3,20 m	7,30 - 8,00 m	5,50 - 6,50 m	1,00 - 2,00 m	4,50 - 5,50 m	6,50 - 7,25 m
kf-Wert [m/s]:	$\sim 1,8 \cdot 10^{-8}$ m/s	$\sim 2,3 \cdot 10^{-9}$ m/s	$\sim 3,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 5,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 34,3 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 5,9 \cdot 10^{-4}$ m/s
T/U/S/G [%]:	13.0/59.0/28.0/-	19.7/78.1/2.1/-	-/4.7/27.0/68.3	-/4.1/22.7/73.2	-/4.6/23.6/71.8	-/3.0/16.0/80.9
Cu/Cc:	-/-	-/-	43.0/1.8	39.5/3.0	33.4/3.3	79.1/6.9
d20 [mm]	0.0050	0.0020	0.5179	0.7492	0.8043	2.3568
d10 [mm]	-	-	0.1935	0.2445	0.2190	0.2568

Bericht: 201252-B  
 Anlage: 3.2

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B25/4

Bodenart: U, fs, t'

Tiefe: 2,25 - 3,20 m

kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,8 \cdot 10^{-8}$  m/s

T/U/S/G [%]: 13.0 / 59.0 / 28.0 / -

Cu/Cc: -/-

d<sub>20</sub> [mm] 0.0050

d<sub>10</sub> [mm] -

d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.012 / 0.047

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 40.30

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 39.24

Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650

Aräometer:

Bezeichnung: Standard Aräometer

Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40

Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50

Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00

Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20

Meniskuskorrektur C<sub>m</sub> / R'<sub>0</sub>: 0.50 / 0.70

d<sub>1</sub> = 20.0 d<sub>2</sub> = 40.0 d<sub>3</sub> = 60.0 d<sub>4</sub> = 80.0

d<sub>5</sub> = 100.0 d<sub>6</sub> = 120.0 d<sub>7</sub> = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.05	0.12	99.88
0.5	0.00	0.00	99.88
0.25	0.08	0.20	99.68
0.125	0.93	2.31	97.37
Schale	39.24	97.37	-
Summe	40.30		
Siebverlust	0.00		

## Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	17.80	19.00	0.0683	20.4	126.49	0.99568	75.72
0	1	14.60	15.80	0.0507	20.4	139.29	0.99568	62.97
0	2	11.40	12.60	0.0375	20.4	152.09	0.99568	50.21
0	5	8.90	10.10	0.0245	20.4	162.09	0.99568	40.25
0	15	6.70	7.90	0.0145	20.5	170.89	0.99328	31.48
0	45	5.20	6.40	0.0085	20.6	176.89	0.99087	25.51
2	0	3.90	5.10	0.0053	20.9	182.09	0.98373	20.32
6	0	2.70	3.90	0.0031	21.0	186.89	0.98136	15.54
24	0	1.70	2.90	0.0016	20.6	190.89	0.99087	11.56

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B26/10  
Bodenart: U, t  
Tiefe: 7,30 - 8,00 m  
kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,3 \cdot 10^{-9}$  m/s  
T/U/S/G [%]: 19.7 / 78.1 / 2.1 / -  
Cu/Cc: -/-  
d<sub>20</sub> [mm] 0.0020  
d<sub>10</sub> [mm] -  
d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: - / 0.004 / 0.011  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 38.30  
Schlammanalyse:  
Trockenmasse [g]: 38.26  
Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
Aräometer:  
Bezeichnung: Standard Aräometer  
Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40  
Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
Meniskuskorrektur C<sub>m</sub> / R'<sub>0</sub>: 0.50 / 0.70  
d<sub>1</sub> = 20.0 d<sub>2</sub> = 40.0 d<sub>3</sub> = 60.0 d<sub>4</sub> = 80.0  
d<sub>5</sub> = 100.0 d<sub>6</sub> = 120.0 d<sub>7</sub> = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
2.0	0.00	0.00	100.00
1.0	0.04	0.10	99.90
0.5	0.00	0.00	99.90
0.25	0.00	0.00	99.90
0.125	0.00	0.00	99.90
Schale	38.26	99.90	-
Summe	38.30		
Siebverlust	0.00		

## Schlammanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	22.20	23.40	0.0638	19.9	108.89	1.00787	98.12
0	1	21.80	23.00	0.0454	19.9	110.49	1.00787	96.45
0	2	21.10	22.30	0.0325	19.9	113.29	1.00787	93.51
0	5	18.90	20.10	0.0214	19.9	122.09	1.00787	84.29
0	15	14.40	15.60	0.0132	20.0	140.09	1.00541	65.42
0	45	10.10	11.30	0.0081	20.2	157.29	1.00053	47.39
2	0	7.10	8.30	0.0051	20.7	169.29	0.98848	34.80
6	0	4.60	5.80	0.0030	21.0	179.29	0.98136	24.32
24	0	2.80	4.00	0.0015	20.6	186.49	0.99087	16.77

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B32/8  
Bodenart: G, fs', ms', gs'  
Tiefe: 5,50 - 6,50 m  
kf-Wert [m/s]:  $\sim 3,4 \cdot 10^{-4}$  m/s  
T/U/S/G [%]: - / 4.7 / 27.0 / 68.3  
Cu/Cc: 43.0/1.8  
d20 [mm] 0.5179  
d10 [mm] 0.1935  
d10/d30/d60 [mm]: 0.193 / 1.718 / 8.321  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 790.93

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
22.4	54.74	6.92	93.08
16.0	103.68	13.11	79.97
8.0	172.94	21.87	58.11
4.0	136.49	17.26	40.85
2.0	77.68	9.82	31.03
1.0	48.09	6.08	24.95
0.5	36.54	4.62	20.33
0.25	67.32	8.51	11.82
0.125	42.32	5.35	6.46
0.063	14.04	1.78	4.69
Schale	37.09	4.69	-
Summe	790.93		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B44/3  
 Bodenart: mG, fg, ms', gs', gg'  
 Tiefe: 1,00 - 2,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 5,4 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 4.1 / 22.7 / 73.2  
 Cu/Cc: 39.5/3.0  
 d20 [mm] 0.7492  
 d10 [mm] 0.2445  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.245 / 2.665 / 9.653  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 436.06

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
22.4	19.07	4.37	95.63
16.0	81.16	18.61	77.01
8.0	104.10	23.87	53.14
4.0	79.60	18.25	34.89
2.0	38.38	8.80	26.09
1.0	19.50	4.47	21.61
0.5	16.53	3.79	17.82
0.25	36.37	8.34	9.48
0.125	17.85	4.09	5.39
0.063	5.62	1.29	4.10
Schale	17.88	4.10	-
Summe	436.06		
Siebverlust	0.00		



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B47/7  
 Bodenart: G, ms', gs'  
 Tiefe: 4,50 - 5,50 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 34,3 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 4.6 / 23.6 / 71.8  
 Cu/Cc: 33.4/3.3  
 d20 [mm] 0.8043  
 d10 [mm] 0.2190  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.219 / 2.315 / 7.322  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 733.84

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
22.4	66.53	9.07	90.93
16.0	49.26	6.71	84.22
6.0	218.68	29.80	54.42
4.0	122.89	16.75	37.68
2.0	74.58	10.16	27.51
1.0	46.13	6.29	21.23
0.5	31.03	4.23	17.00
0.25	45.97	6.26	10.73
0.125	33.98	4.63	6.10
0.063	11.34	1.55	4.56
Schale	33.45	4.56	-
Summe	733.84		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4, B26/10, B32/8, B44/3, B47/7, B49/8

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B49/8  
 Bodenart: gG, mg, fs', ms', fg'  
 Tiefe: 6,50 - 7,25 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 5,9 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 3.0 / 16.0 / 80.9  
 Cu/Cc: 79.1/6.9  
 d20 [mm] 2.3568  
 d10 [mm] 0.2568  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.257 / 6.012 / 20.308  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 494.33

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
32.0	0.00	0.00	100.00
31.5	56.22	11.37	88.63
22.4	132.37	26.78	61.85
16.0	49.01	9.91	51.93
8.0	88.55	17.91	34.02
4.0	52.15	10.55	23.47
2.0	23.63	4.78	18.69
1.0	12.88	2.61	16.09
0.5	8.49	1.72	14.37
0.25	21.50	4.35	10.02
0.125	27.74	5.61	4.41
0.063	6.75	1.37	3.04
Schale	15.04	3.04	-
Summe	494.33		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

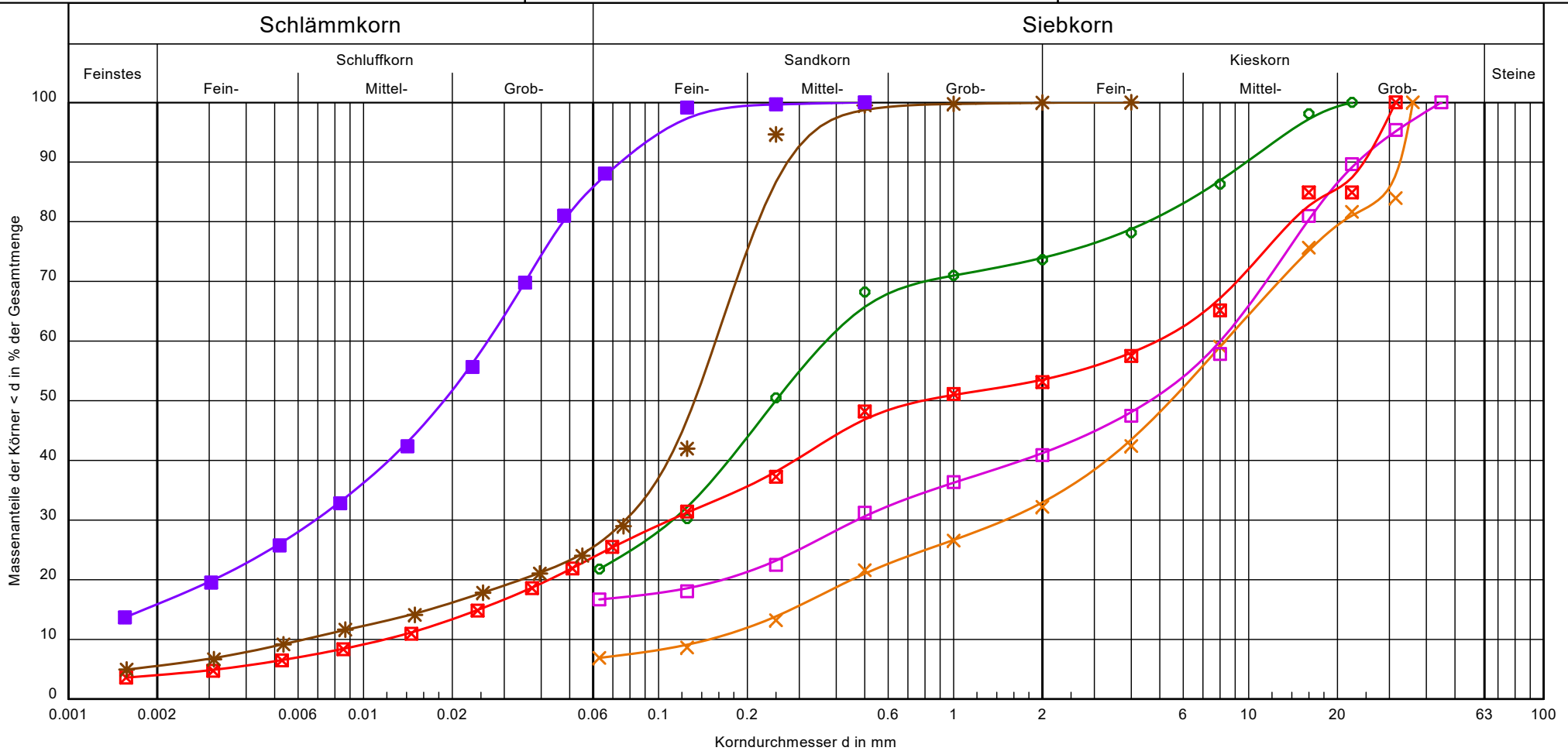
Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen



Bezeichnung:	Probe B55/4	Probe B60/4	Probe B85/6	Probe B89/3	Probe B93/13	Probe B38/2	Bericht: 201252-B Anlage: 3.3
Bodenart:	S, u, mg, fg'	G, u', fs', ms', gs'	G, u, ms', gs'	G, u, fs', ms', gs'	fS, u, ms, t'	gG, mg, fs', ms', fg'	
Tiefe:	1,20 - 2,00 m	2,00 - 2,70 m	3,00 - 4,00 m	1,35 - 2,00 m	8,35 - 9,40 m	0,30 - 0,90 m	
kf-Wert [m/s]:	<1 * 10 <sup>-5</sup> m/s	~1,8 * 10 <sup>-4</sup> m/s	<1 * 10 <sup>-5</sup> m/s	~1,3 * 10 <sup>-7</sup> m/s	~1,5 * 10 <sup>-6</sup> m/s	~2,6 * 10 <sup>-2</sup> m/s	
T/U/S/G [%]:	- /21.8/52.1/26.1	- /6.9/26.1/67.0	- /16.7/24.5/58.8	4.0/20.3/29.2/46.5	5.6/20.6/73.7/0.1	15.9/70.9/13.2/ -	
Cu/Cc:	-/-	56.1/1.8	-/-	414.7/0.2	24.8/6.1	-/-	
d20 [mm]	-	0.4508	0.1649	0.0425	0.0341	0.0031	
d10 [mm]	-	0.1484	-	0.0118	0.0063	-	

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B55/4  
 Bodenart: S, u, mg, fg'  
 Tiefe: 1,20 - 2,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $<1 \cdot 10^{-5}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 21.8 / 52.1 / 26.1  
 Cu/Cc: -/-  
 d20 [mm] -  
 d10 [mm] -  
 d10/d30/d60 [mm]: - / 0.112 / 0.370  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 361.74

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
22.4	0.00	0.00	100.00
16.0	6.94	1.92	98.08
8.0	42.65	11.79	86.29
4.0	29.45	8.14	78.15
2.0	16.34	4.52	73.63
1.0	9.56	2.64	70.99
0.5	10.07	2.78	68.21
0.25	64.07	17.71	50.49
0.125	73.27	20.25	30.24
0.063	30.52	8.44	21.80
Schale	78.87	21.80	-
Summe	361.74		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B60/4  
 Bodenart: G, u', fs', ms', gs'  
 Tiefe: 2,00 - 2,70 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,8 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 6.9 / 26.1 / 67.0  
 Cu/Cc: 56.1/1.8  
 d20 [mm] 0.4508  
 d10 [mm] 0.1484  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.148 / 1.494 / 8.322  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 647.20

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
36.0	0.00	0.00	100.00
31.5	103.81	16.04	83.96
22.4	15.00	2.32	81.64
16.0	38.74	5.99	75.66
8.0	107.37	16.59	59.07
4.0	107.84	16.66	42.40
2.0	65.92	10.19	32.22
1.0	36.61	5.66	26.56
0.5	32.11	4.96	21.60
0.25	54.17	8.37	13.23
0.125	29.57	4.57	8.66
0.063	11.29	1.74	6.92
Schale	44.77	6.92	-
Summe	647.20		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B85/6  
 Bodenart: G, u, ms', gs'  
 Tiefe: 3,00 - 4,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $<1 \cdot 10^{-5}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 16.7 / 24.5 / 58.8  
 Cu/Cc: -/-  
 d20 [mm] 0.1649  
 d10 [mm] -  
 d10/d30/d60 [mm]: - / 0.470 / 8.014  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 745.84

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
45.0	0.00	0.00	100.00
31.5	34.57	4.64	95.36
22.4	42.76	5.73	89.63
16.0	64.71	8.68	80.96
8.0	172.50	23.13	57.83
4.0	77.25	10.36	47.47
2.0	49.09	6.58	40.89
1.0	33.78	4.53	36.36
0.5	38.22	5.12	31.23
0.25	65.16	8.74	22.50
0.125	33.02	4.43	18.07
0.063	10.15	1.36	16.71
Schale	124.63	16.71	-
Summe	745.84		
Siebverlust	0.00		



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B89/3  
 Bodenart: G, u, fs', ms', gs'  
 Tiefe: 1,35 - 2,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,3 \cdot 10^{-7}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 4.0 / 20.3 / 29.2 / 46.5  
 Cu/Cc: 414.7/0.2  
 d20 [mm] 0.0425  
 d10 [mm] 0.0118  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.012 / 0.109 / 4.900  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 111.43  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 35.03  
 Korndichte [g/cm³]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70  
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0  
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
22.4	16.82	15.09	84.91
16.0	0.00	0.00	84.91
8.0	22.01	19.75	65.15
4.0	8.52	7.65	57.51
2.0	4.88	4.38	53.13
1.0	2.23	2.00	51.13
0.5	3.26	2.93	48.20
0.25	12.18	10.93	37.27
0.125	6.50	5.83	31.44
Schale	35.03	31.44	-
Summe	111.43		
Siebverlust	0.00		

## Schlamm-analyse

Zeit [h]	Zeit [min]	$R'_h$ [-]	$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	$H_r$ [mm]	$\eta$ [-]	Durchgang [%]
0	0.5	16.50	17.70	0.0696	20.5	131.69	0.99328	25.51
0	1	14.00	15.20	0.0511	20.5	141.69	0.99328	21.91
0	2	11.70	12.90	0.0373	20.5	150.89	0.99328	18.59
0	5	9.10	10.30	0.0244	20.5	161.29	0.99328	14.85
0	15	6.40	7.60	0.0145	20.5	172.09	0.99328	10.95
0	45	4.60	5.80	0.0085	20.7	179.29	0.98848	8.36
2	0	3.30	4.50	0.0053	20.9	184.49	0.98373	6.49
6	0	2.10	3.30	0.0031	21.0	189.29	0.98136	4.76
24	0	1.30	2.50	0.0016	20.5	192.49	0.99328	3.60

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B93/13  
 Bodenart: fS, u, ms, t'  
 Tiefe: 8,35 - 9,40 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,5 \cdot 10^{-6}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 5.6 / 20.6 / 73.7 / 0.1  
 Cu/Cc: 24.8/6.1  
 d<sub>20</sub> [mm] 0.0341  
 d<sub>10</sub> [mm] 0.0063  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.006 / 0.077 / 0.156  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 64.84  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 27.21  
 Korndichte [g/cm<sup>3</sup>]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm<sup>3</sup>]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur C<sub>m</sub> / R'<sub>0</sub>: 0.50 / 0.70  
 d<sub>1</sub> = 20.0 d<sub>2</sub> = 40.0 d<sub>3</sub> = 60.0 d<sub>4</sub> = 80.0  
 d<sub>5</sub> = 100.0 d<sub>6</sub> = 120.0 d<sub>7</sub> = 140.0 mm

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
4.0	0.00	0.00	100.00
2.0	0.03	0.05	99.95
1.0	0.15	0.23	99.72
0.5	0.16	0.25	99.48
0.25	3.14	4.84	94.63
0.125	34.15	52.67	41.96
Schale	27.21	41.96	-
Summe	64.84		
Siebverlust	0.00		

## Schlammmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	R' <sub>h</sub> [-]	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub> R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	H <sub>r</sub> [mm]	η [-]	Durchgang [%]
0	0.5	10.50	11.70	0.0761	20.1	155.69	1.00297	28.98
0	1	8.50	9.70	0.0552	20.1	163.69	1.00297	24.03
0	2	7.30	8.50	0.0396	20.1	168.49	1.00297	21.05
0	5	6.00	7.20	0.0254	20.1	173.69	1.00297	17.83
0	15	4.50	5.70	0.0149	20.1	179.69	1.00297	14.12
0	45	3.50	4.70	0.0087	20.4	183.69	0.99568	11.64
2	0	2.50	3.70	0.0054	20.7	187.69	0.98848	9.16
6	0	1.50	2.70	0.0031	21.0	191.69	0.98136	6.69
24	0	0.80	2.00	0.0016	20.6	194.49	0.99087	4.95

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B55/4, B60/4, B85/6, B89/3, B93/13, B38/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B38/2  
 Bodenart: gG, mg, fs', ms', fg'  
 Tiefe: 0,30 - 0,90 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,6 \cdot 10^{-2}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 15.9 / 70.9 / 13.2 / -  
 Cu/Cc: -/-  
 d20 [mm] 0.0031  
 d10 [mm] -  
 d10/d30/d60 [mm]: - / 0.007 / 0.026  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 39.22  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 38.33  
 Korndichte [g/cm³]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70  
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0  
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

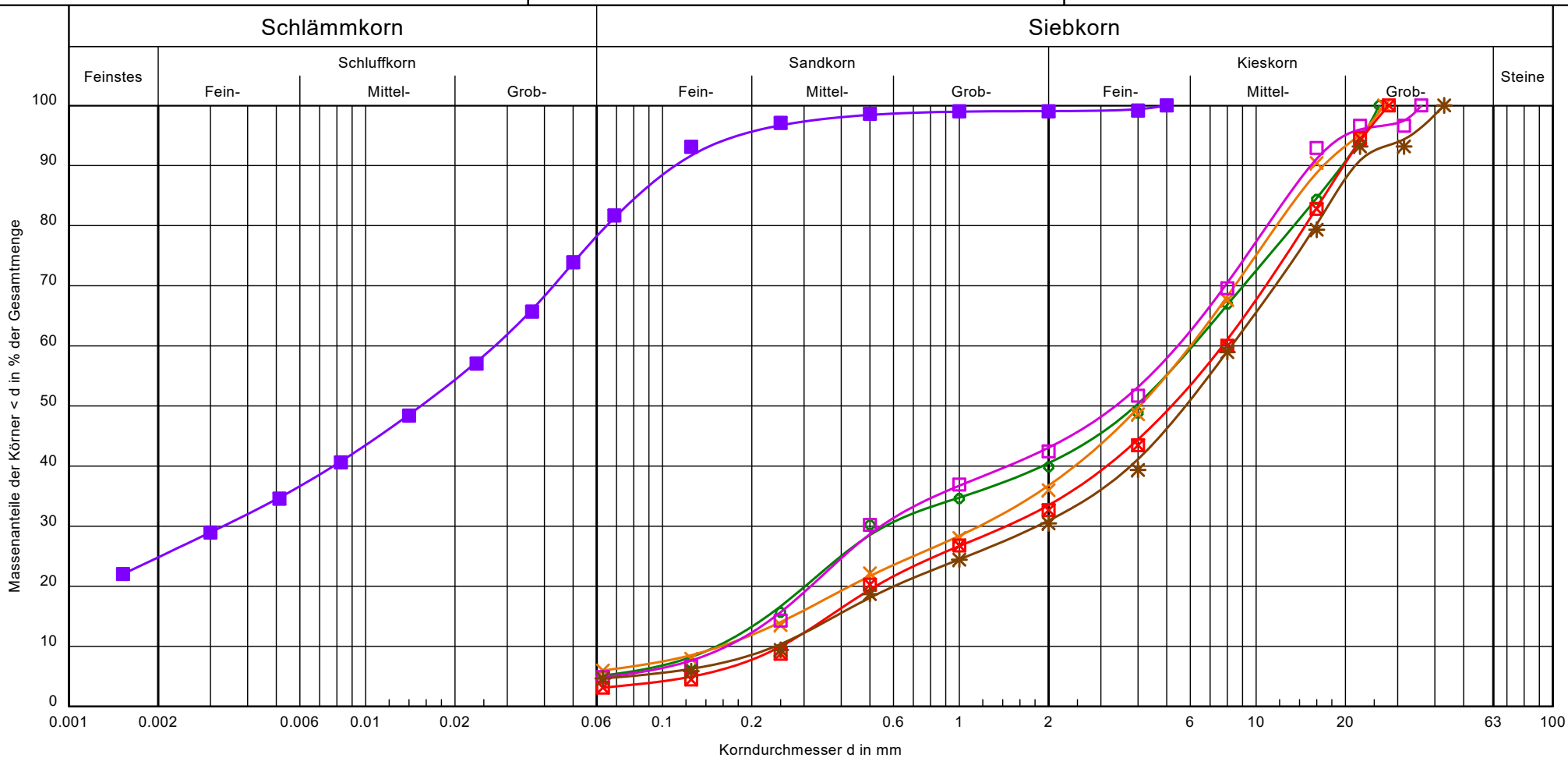
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
0.5	0.00	0.00	100.00
0.25	0.13	0.33	99.67
0.125	0.21	0.54	99.13
Schale	38.88	99.13	-
Summe	39.22		
Siebverlust	0.00		

## Schlämmanalyse

Zeit		R' <sub>h</sub>	R' <sub>h</sub> + R <sub>0</sub>	Korngröße	T	H <sub>r</sub>	η	Durchgang
[h]	[min]	[-]	R <sub>0</sub> =C <sub>m</sub> +R' <sub>0</sub> [-]	[mm]	[°C]	[mm]	[-]	[%]
0	0.5	20.00	21.20	0.0658	20.5	117.69	0.99328	88.06
0	1	18.30	19.50	0.0479	20.5	124.49	0.99328	81.00
0	2	15.60	16.80	0.0353	20.5	135.29	0.99328	69.78
0	5	12.20	13.40	0.0234	20.5	148.89	0.99328	55.66
0	15	9.00	10.20	0.0141	20.5	161.69	0.99328	42.37
0	45	6.70	7.90	0.0083	20.7	170.89	0.98848	32.81
2	0	5.00	6.20	0.0052	20.9	177.69	0.98373	25.75
6	0	3.50	4.70	0.0030	21.0	183.69	0.98136	19.52
24	0	2.10	3.30	0.0016	20.6	189.29	0.99087	13.71

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -



Bezeichnung:	Probe B70/6	Probe B72/8	Probe B77/7	Probe B80/3	Probe B81/3	Probe B83/2
Bodenart:	G, ms, u', fs', gs'	G, u', fs', ms', gs'	G, ms, fs', gs'	G, ms', gs'	G, ms', gs'	U, t, fs
Tiefe:	3,70 - 4,80 m	6,00 - 7,00 m	4,10 - 5,00 m	1,30 - 2,20 m	0,50 - 1,10 m	0,40 - 1,50 m
kf-Wert [m/s]:	$\sim 1,9 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 2,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 6,9 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 5,2 \cdot 10^{-4}$ m/s	$< 6 \cdot 10^{-9}$ m/s
T/U/S/G [%]:	- /5.1/35.4/59.5	- /6.0/30.8/63.2	- /4.9/38.2/56.9	- /3.2/30.3/66.5	- /4.7/26.3/69.1	24.8/54.5/19.7/1.0
Cu/Cc:	40.2/0.3	38.3/1.4	33.1/0.3	30.8/1.1	34.5/1.7	-/-
d <sub>20</sub> [mm]	0.3022	0.4270	0.3156	0.5221	0.6019	-
d <sub>10</sub> [mm]	0.1521	0.1571	0.1643	0.2503	0.2393	-

Bericht: 201252-B  
 Anlage: 3.4

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B70/6  
 Bodenart: G, ms, u', fs', gs'  
 Tiefe: 3,70 - 4,80 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,9 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 5.1 / 35.4 / 59.5  
 Cu/Cc: 40.2/0.3  
 d<sub>20</sub> [mm] 0.3022  
 d<sub>10</sub> [mm] 0.1521  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.152 / 0.563 / 6.116  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 800.59

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
26.0	0.00	0.00	100.00
22.4	50.32	6.29	93.71
16.0	74.81	9.34	84.37
8.0	139.47	17.42	66.95
4.0	144.93	18.10	48.85
2.0	71.86	8.98	39.87
1.0	42.11	5.26	34.61
0.5	35.05	4.38	30.23
0.25	116.66	14.57	15.66
0.125	67.94	8.49	7.17
0.063	16.30	2.04	5.14
Schale	41.14	5.14	-
Summe	800.59		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B72/8  
 Bodenart: G, u', fs', ms', gs'  
 Tiefe: 6,00 - 7,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,0 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 6.0 / 30.8 / 63.2  
 Cu/Cc: 38.3/1.4  
 d20 [mm] 0.4270  
 d10 [mm] 0.1571  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.157 / 1.168 / 6.012  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 458.91

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
27.0	0.00	0.00	100.00
22.4	25.13	5.48	94.52
16.0	18.88	4.11	90.41
8.0	104.60	22.79	67.62
4.0	87.18	19.00	48.62
2.0	57.94	12.63	35.99
1.0	36.47	7.95	28.05
0.5	26.97	5.88	22.17
0.25	39.58	8.62	13.55
0.125	25.66	5.59	7.95
0.063	9.02	1.97	5.99
Schale	27.48	5.99	-
Summe	458.91		
Siebverlust	0.00		



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B77/7  
 Bodenart: G, ms, fs', gs'  
 Tiefe: 4,10 - 5,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,4 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 4.9 / 38.2 / 56.9  
 Cu/Cc: 33.1/0.3  
 d20 [mm] 0.3156  
 d10 [mm] 0.1643  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.164 / 0.544 / 5.445  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 725.82

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
36.0	0.00	0.00	100.00
31.5	24.62	3.39	96.61
22.4	0.00	0.00	96.61
16.0	26.83	3.70	92.91
8.0	169.33	23.33	69.58
4.0	129.74	17.87	51.71
2.0	67.14	9.25	42.46
1.0	40.09	5.52	36.93
0.5	48.68	6.71	30.23
0.25	115.67	15.94	14.29
0.125	55.06	7.59	6.70
0.063	13.14	1.81	4.89
Schale	35.52	4.89	-
Summe	725.82		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B80/3  
 Bodenart: G, ms', gs'  
 Tiefe: 1,30 - 2,20 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 6,9 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 3.2 / 30.3 / 66.5  
 Cu/Cc: 30.8/1.1  
 d20 [mm] 0.5221  
 d10 [mm] 0.2503  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.250 / 1.439 / 7.701  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 684.22

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
28.0	0.00	0.00	100.00
22.4	37.44	5.47	94.53
16.0	80.31	11.74	82.79
8.0	155.77	22.77	60.02
4.0	113.26	16.55	43.47
2.0	73.82	10.79	32.68
1.0	40.23	5.88	26.80
0.5	44.57	6.51	20.29
0.25	78.73	11.51	8.78
0.125	29.35	4.29	4.49
0.063	9.14	1.34	3.16
Schale	21.60	3.16	-
Summe	684.22		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B81/3  
 Bodenart: G, ms', gs'  
 Tiefe: 0,50 - 1,10 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 5,2 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 4.7 / 26.3 / 69.1  
 Cu/Cc: 34.5/1.7  
 d20 [mm] 0.6019  
 d10 [mm] 0.2393  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.239 / 1.828 / 8.258  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 603.14

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
43.0	0.00	0.00	100.00
31.5	41.21	6.83	93.17
22.4	0.00	0.00	93.17
16.0	83.50	13.84	79.32
8.0	122.84	20.37	58.96
4.0	118.24	19.60	39.35
2.0	53.56	8.88	30.47
1.0	36.49	6.05	24.42
0.5	34.49	5.72	18.70
0.25	56.00	9.28	9.42
0.125	21.21	3.52	5.90
0.063	7.43	1.23	4.67
Schale	28.17	4.67	-
Summe	603.14		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-/Sieb-Schlamm-Analysen

Bezeichnung: Probe B83/2  
 Bodenart: U, t, fs  
 Tiefe: 0,40 - 1,50 m  
 kf-Wert [m/s]:  $<6 \cdot 10^{-9}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: 24.8 / 54.5 / 19.7 / 1.0  
 Cu/Cc: -/-  
 d20 [mm] -  
 d10 [mm] -  
 d10/d30/d60 [mm]: - / 0.003 / 0.027  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 37.16  
 Schlämmanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 34.60  
 Korndichte [g/cm³]: 2.650  
 Aräometer:  
 Bezeichnung: Standard Aräometer  
 Volumen Aräometerbirne [cm³]: 67.40  
 Abstand 100-ml 1000-ml [mm]: 307.50  
 Länge Aräometerbirne [cm]: 160.00  
 Abstd. OK Birne - UK Skala [mm]: 9.20  
 Meniskuskorrektur  $C_m / R'_0$ : 0.50 / 0.70  
 d1 = 20.0 d2 = 40.0 d3 = 60.0 d4 = 80.0  
 d5 = 100.0 d6 = 120.0 d7 = 140.0 mm

## Siebanalyse

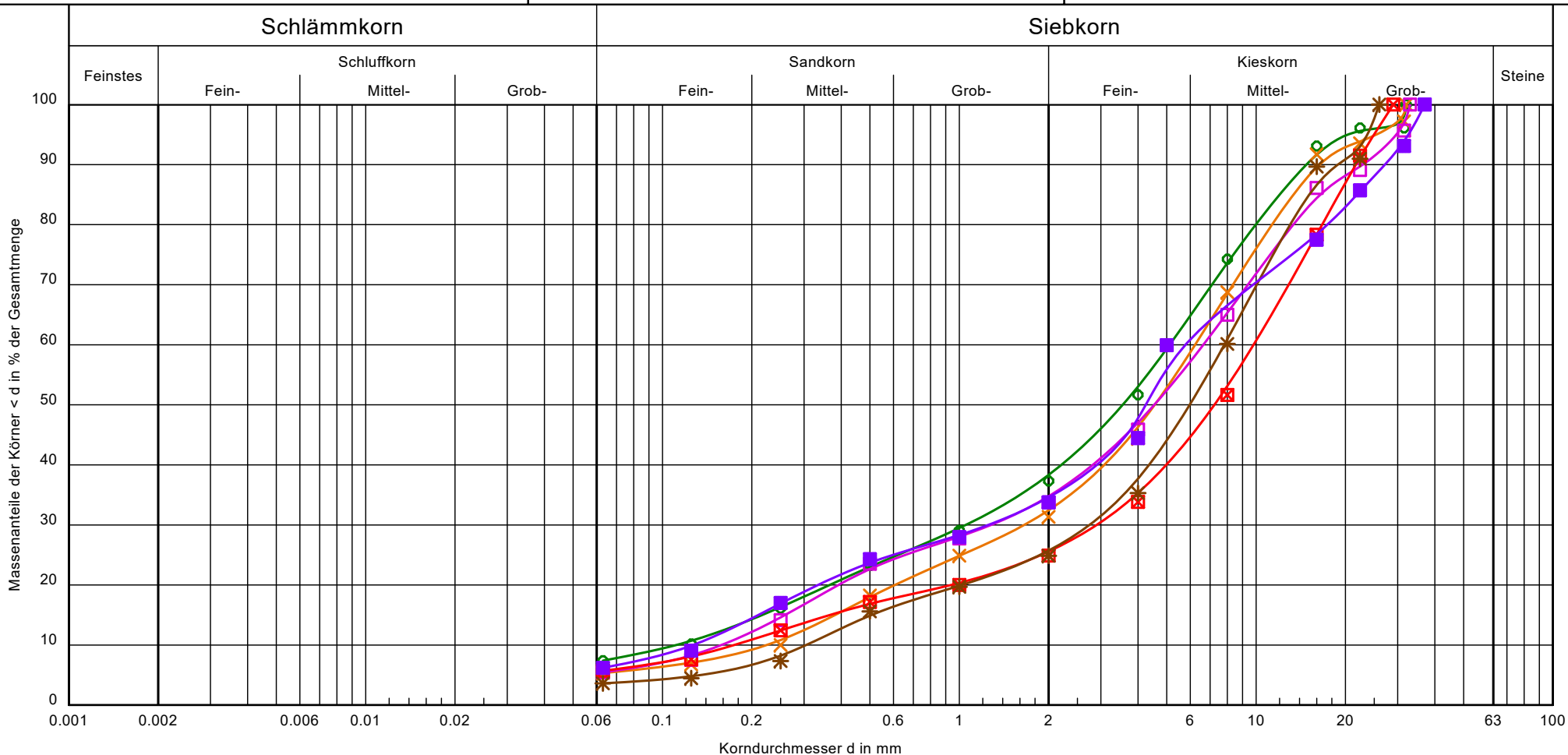
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
5.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.32	0.86	99.14
2.0	0.04	0.11	99.03
1.0	0.00	0.00	99.03
0.5	0.16	0.43	98.60
0.25	0.56	1.51	97.09
0.125	1.48	3.98	93.11
Schale	34.60	93.11	-
Summe	37.16		
Siebverlust	0.00		

## Schlämmanalyse

Zeit [h]	Zeit [min]	$R'_h$ [-]	$R'_h + R_0$ $R_0 = C_m + R'_0$ [-]	Korngröße [mm]	T [°C]	$H_r$ [mm]	$\eta$ [-]	Durchgang [%]
0	0.5	17.70	18.90	0.0689	19.9	126.89	1.00787	81.69
0	1	15.90	17.10	0.0501	19.9	134.09	1.00787	73.91
0	2	14.00	15.20	0.0364	19.9	141.69	1.00787	65.69
0	5	12.00	13.20	0.0237	19.9	149.69	1.00787	57.05
0	15	10.00	11.20	0.0140	19.9	157.69	1.00787	48.41
0	45	8.20	9.40	0.0083	20.1	164.89	1.00297	40.63
2	0	6.80	8.00	0.0051	20.4	170.49	0.99568	34.58
6	0	5.50	6.70	0.0030	20.4	175.69	0.99568	28.96
24	0	3.90	5.10	0.0015	20.7	182.09	0.98848	22.04

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -



Bezeichnung:	Probe B102/4	Probe B106/4	Probe B116/6	Probe B119/9	Probe B124/3	Probe B125/9
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'	G, u', ms', gs'	G, u', fs', ms', gs'	mG, fg, u', fs', ms', gs', gg'	mG, fg, ms', gs', gg'	G, u', fs', ms', gs'
Tiefe:	1,60 - 2,70 m	0,70 - 1,60 m	3,40 - 6,40 m	5,40 - 6,40 m	0,58 - 1,50 m	7,00 - 8,00 m
kf-Wert [m/s]:	$\sim 9,8 \cdot 10^{-5}$ m/s	$\sim 4,0 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 2,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 8,3 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 1,3 \cdot 10^{-4}$ m/s
T/U/S/G [%]:	- /7.4/30.9/61.7	- /5.3/27.1/67.5	- /5.5/29.3/65.2	- /5.7/19.9/74.4	- /3.6/22.1/74.3	- /6.2/28.4/65.4
Cu/Cc:	46.1/1.9	27.8/2.0	42.1/1.6	56.3/4.9	25.7/3.2	45.8/2.1
d <sub>20</sub> [mm]	0.3651	0.6064	0.3914	0.9370	1.0177	0.3339
d <sub>10</sub> [mm]	0.1108	0.2240	0.1577	0.1741	0.3043	0.1264

Bericht: 201252-B  
 Anlage: 3.5

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B102/4  
 Bodenart: G, u', fs', ms', gs'  
 Tiefe: 1,60 - 2,70 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 9,8 \cdot 10^{-5}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 7.4 / 30.9 / 61.7  
 Cu/Cc: 46.1/1.9  
 d<sub>20</sub> [mm] 0.3651  
 d<sub>10</sub> [mm] 0.1108  
 d<sub>10</sub>/d<sub>30</sub>/d<sub>60</sub> [mm]: 0.111 / 1.050 / 5.111  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 515.72

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
32.0	0.00	0.00	100.00
31.5	20.13	3.90	96.10
22.4	0.00	0.00	96.10
16.0	15.55	3.02	93.08
8.0	97.10	18.83	74.25
4.0	116.48	22.59	51.67
2.0	74.00	14.35	37.32
1.0	42.42	8.23	29.09
0.5	30.19	5.85	23.24
0.25	36.63	7.10	16.14
0.125	30.64	5.94	10.20
0.063	14.37	2.79	7.41
Schale	38.21	7.41	-
Summe	515.72		
Siebverlust	0.00		



# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B106/4  
 Bodenart: G, u', ms', gs'  
 Tiefe: 0,70 - 1,60 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 4,0 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 5.3 / 27.1 / 67.5  
 Cu/Cc: 27.8/2.0  
 d20 [mm] 0.6064  
 d10 [mm] 0.2240  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.224 / 1.653 / 6.227  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 675.36

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
32.0	0.00	0.00	100.00
31.5	18.87	2.79	97.21
22.4	24.67	3.65	93.55
16.0	12.34	1.83	91.73
8.0	155.11	22.97	68.76
4.0	164.24	24.32	44.44
2.0	88.40	13.09	31.35
1.0	43.64	6.46	24.89
0.5	44.77	6.63	18.26
0.25	55.78	8.26	10.00
0.125	21.72	3.22	6.78
0.063	9.73	1.44	5.34
Schale	36.09	5.34	-
Summe	675.36		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B116/6  
 Bodenart: G, u', fs', ms', gs'  
 Tiefe: 3,40 - 6,40 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,0 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 5.5 / 29.3 / 65.2  
 Cu/Cc: 42.1/1.6  
 d20 [mm] 0.3914  
 d10 [mm] 0.1577  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.158 / 1.278 / 6.637  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 684.42

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
33.0	0.00	0.00	100.00
31.5	29.68	4.34	95.66
22.4	44.92	6.56	89.10
16.0	20.43	2.99	86.12
8.0	144.58	21.12	64.99
4.0	130.79	19.11	45.88
2.0	83.04	12.13	33.75
1.0	41.05	6.00	27.75
0.5	28.88	4.22	23.53
0.25	64.21	9.38	14.15
0.125	45.21	6.61	7.54
0.063	14.30	2.09	5.45
Schale	37.33	5.45	-
Summe	684.42		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B119/9  
Bodenart: mG, fg, u', fs', ms', gs', gg'  
Tiefe: 5,40 - 6,40 m  
kf-Wert [m/s]:  $\sim 2,4 \cdot 10^{-4}$  m/s  
T/U/S/G [%]: - / 5.7 / 19.9 / 74.4  
Cu/Cc: 56.3/4.9  
d20 [mm] 0.9370  
d10 [mm] 0.1741  
d10/d30/d60 [mm]: 0.174 / 2.899 / 9.801  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 641.86

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
29.0	0.00	0.00	100.00
22.4	54.62	8.51	91.49
16.0	84.48	13.16	78.33
8.0	171.19	26.67	51.66
4.0	114.37	17.82	33.84
2.0	57.26	8.92	24.92
1.0	31.56	4.92	20.00
0.5	18.06	2.81	17.19
0.25	30.39	4.73	12.45
0.125	31.00	4.83	7.62
0.063	12.20	1.90	5.72
Schale	36.73	5.72	-
Summe	641.86		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B124/3  
 Bodenart: mG, fg, ms', gs', gg'  
 Tiefe: 0,58 - 1,50 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 8,3 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 3.6 / 22.1 / 74.3  
 Cu/Cc: 25.7/3.2  
 d20 [mm] 1.0177  
 d10 [mm] 0.3043  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.304 / 2.742 / 7.811  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 508.86

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
26.0	0.00	0.00	100.00
22.4	45.94	9.03	90.97
16.0	6.72	1.32	89.65
8.0	150.13	29.50	60.15
4.0	126.44	24.85	35.30
2.0	53.11	10.44	24.86
1.0	26.25	5.16	19.70
0.5	20.87	4.10	15.60
0.25	42.06	8.27	7.34
0.125	14.54	2.86	4.48
0.063	4.37	0.86	3.62
Schale	18.43	3.62	-
Summe	508.86		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau Paketzentrum Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 24.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B70/6, B72/8, B77/7, B80/3, B81/3, B83/2

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Sieb-Analysen

Bezeichnung: Probe B125/9  
 Bodenart: G, u', fs', ms', gs'  
 Tiefe: 7,00 - 8,00 m  
 kf-Wert [m/s]:  $\sim 1,3 \cdot 10^{-4}$  m/s  
 T/U/S/G [%]: - / 6.2 / 28.4 / 65.4  
 Cu/Cc: 45.8/2.1  
 d20 [mm] 0.3339  
 d10 [mm] 0.1264  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.126 / 1.252 / 5.785  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 686.38

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
37.0	0.00	0.00	100.00
31.5	47.28	6.89	93.11
22.4	50.75	7.39	85.72
16.0	56.44	8.22	77.49
5.0	120.59	17.57	59.93
4.0	106.09	15.46	44.47
2.0	73.35	10.69	33.78
1.0	39.85	5.81	27.98
0.5	25.17	3.67	24.31
0.25	49.97	7.28	17.03
0.125	54.67	7.96	9.06
0.063	19.57	2.85	6.21
Schale	42.65	6.21	-
Summe	686.38		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

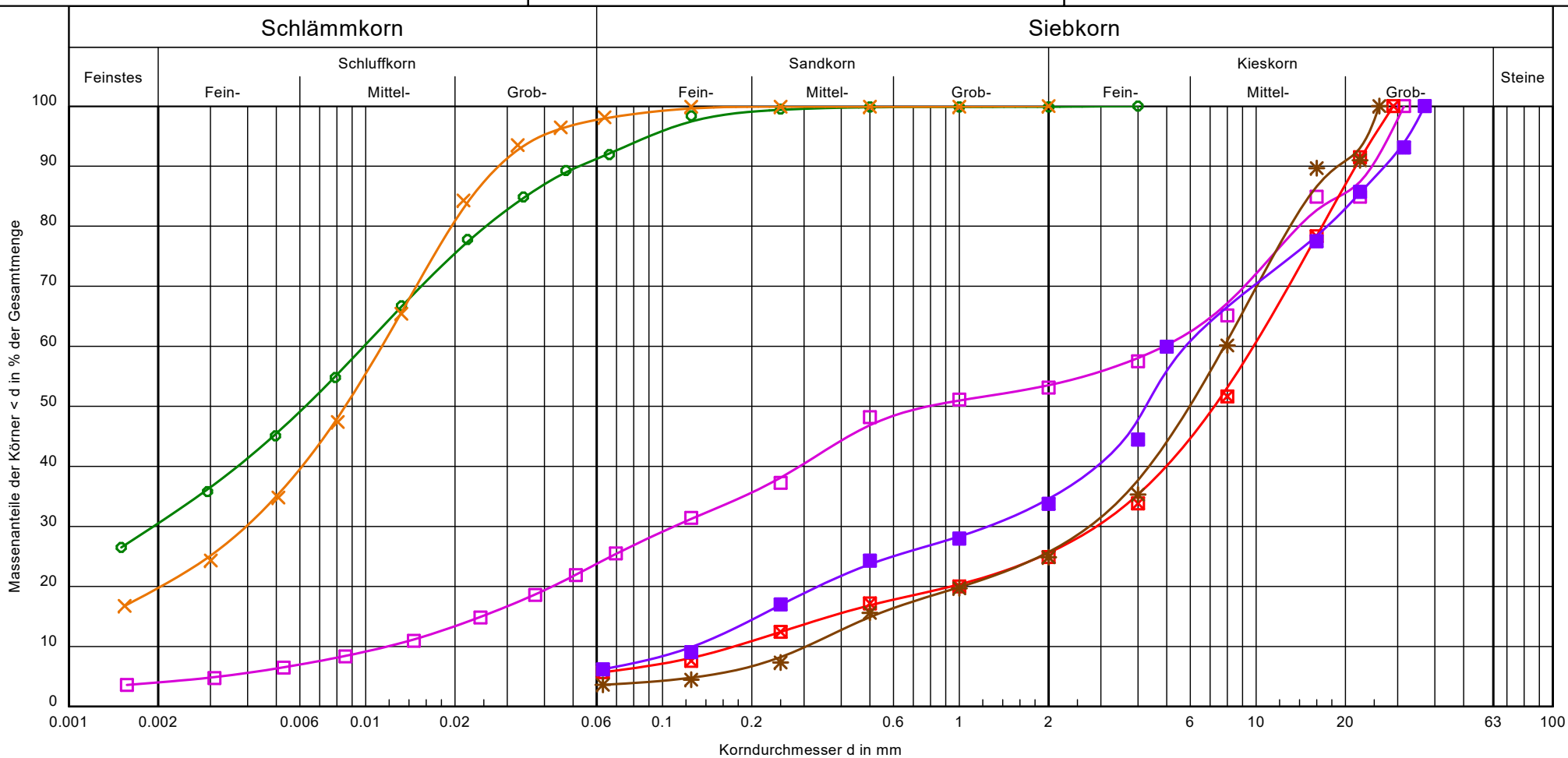
Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Art der Entnahme: gestörte Proben

Arbeitsweise: Körnungsbandbreite



Bezeichnung:	Probe B9/2	Probe B26/10	Probe B89/3	Probe B119/9	Probe B124/3	Probe B125/9
Bodenart:	U, $\bar{t}$ , fs'	U, t	G, u, fs', ms', gs'	mG, fg, u', fs', ms', gs', gg'	mG, fg, ms', gs', gg'	G, u', fs', ms', gs'
Tiefe:	0,30 - 1,20 m	7,30 - 8,00 m	1,35 - 2,00 m	5,40 - 6,40 m	0,58 - 1,50 m	7,00 - 8,00 m
kf-Wert [m/s]:	$<6 \cdot 10^{-9}$ m/s	$\sim 2,3 \cdot 10^{-9}$ m/s	$\sim 1,3 \cdot 10^{-7}$ m/s	$\sim 2,4 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 8,3 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\sim 1,3 \cdot 10^{-4}$ m/s
T/U/S/G [%]:	30.5/61.1/8.2/0.1	19.7/78.1/2.1/ -	4.0/20.3/29.2/46.5	-/5.7/19.9/74.4	-/3.6/22.1/74.3	-/6.2/28.4/65.4
Cu/Cc:	-/-	-/-	414.7/0.2	56.3/4.9	25.7/3.2	45.8/2.1
d20 [mm]	-	0.0016	0.0310	0.5127	0.6501	0.2519
d10 [mm]	-	-	0.0118	0.1741	0.3043	0.1264

Bericht: 201252-B  
 Anlage: 3.6



ANLAGE 4.1 – 4.2

Wassergehaltsbestimmungen

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212  
59556 Lippstadt

Bericht: 201252-B

Anlage: 4.1

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: diverse

Entnahmestelle: diverse

Tiefe: 0,30 - 10,00 m (min.-max.)

Bodenart: diverse

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Probenbezeichnung:	Probe B2/11	Probe B6/4	Probe B9/2	Probe B14/3	Probe B19/2	Probe B22/12
Feuchte Probe + Behälter [g]:	270.14	780.63	280.17	229.53	322.10	678.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	263.76	711.97	262.45	220.46	300.57	627.76
Behälter [g]:	212.15	396.46	196.27	185.71	209.74	384.09
Porenwasser [g]:	6.38	68.66	17.72	9.07	21.53	50.94
Trockene Probe [g]:	51.61	315.51	66.18	34.75	90.83	243.67
Wassergehalt [%]	12.36	21.76	26.78	26.10	23.70	20.91

Probenbezeichnung:	Probe B25/4	Probe B26/10	Probe B32/8	Probe B38/2	Probe B44/3	Probe B47/7
Feuchte Probe + Behälter [g]:	285.27	264.37	1236.43	292.27	932.94	1221.88
Trockene Probe + Behälter [g]:	267.67	252.83	1183.35	274.26	917.27	1175.36
Behälter [g]:	210.92	198.37	392.42	199.54	382.97	441.52
Porenwasser [g]:	17.60	11.54	53.08	18.01	15.67	46.52
Trockene Probe [g]:	56.75	54.46	790.93	74.72	534.30	733.84
Wassergehalt [%]	31.01	21.19	6.71	24.10	2.93	6.34

Probenbezeichnung:	Probe B49/8	Probe B55/4	Probe B60/4	Probe B85/6	Probe B89/3	Probe B93/13
Feuchte Probe + Behälter [g]:	904.63	793.60	1069.37	1165.51	336.08	329.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	888.04	753.44	1035.23	1123.62	325.62	304.41
Behälter [g]:	393.71	391.70	388.03	377.78	209.98	187.40
Porenwasser [g]:	16.59	40.16	34.14	41.89	10.46	24.69
Trockene Probe [g]:	494.33	361.74	647.20	745.84	115.64	117.01
Wassergehalt [%]	3.36	11.10	5.28	5.62	9.05	21.10

Probenbezeichnung:	Probe B70/6	Probe B72/8	Probe B77/7	Probe B80/3	Probe B81/3	Probe B83/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1195.42	875.23	1165.64	1087.76	1010.93	306.09
Trockene Probe + Behälter [g]:	1147.23	850.77	1107.31	1060.97	995.02	287.12
Behälter [g]:	346.64	391.86	381.49	376.75	391.88	203.39
Porenwasser [g]:	48.19	24.46	58.33	26.79	15.91	18.97
Trockene Probe [g]:	800.59	458.91	725.82	684.22	603.14	83.73
Wassergehalt [%]	6.02	5.33	8.04	3.92	2.64	22.66

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212  
59556 Lippstadt

Bericht: 201252-B

Anlage: 4.2

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau Paketzentrum Weichering  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: diverse

Entnahmestelle: diverse

Tiefe: 0,58 - 8,00 m (min.-max.)

Bodenart: diverse

Art der Entnahme: gestörte Proben

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Probenbezeichnung:	Probe B102/4	Probe B106/4	Probe B116/6	Probe B119/9	Probe B124/3	Probe B125/9
Feuchte Probe + Behälter [g]:	964.37	1093.71	1092.94	1062.96	909.20	1180.48
Trockene Probe + Behälter [g]:	940.77	1071.16	1055.65	1025.93	896.87	1130.97
Behälter [g]:	425.05	395.80	371.23	384.07	388.01	444.59
Porenwasser [g]:	23.60	22.55	37.29	37.03	12.33	49.51
Trockene Probe [g]:	515.72	675.36	684.42	641.86	508.86	686.38
Wassergehalt [%]	4.58	3.34	5.45	5.77	2.42	7.21

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

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

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

## ANLAGE 5.1

### Glühverlustbestimmungen

**Glühverlust** nach DIN 18 128

**Neubau Paketzentrum Weichering**  
in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: diverse

Entnahmestelle: diverse

Tiefe: 0,00 - 8,70 m u.GOK

Art der Entnahme: gestörte Proben

Bodenart: diverse

Probe entnommen am: 43. u. 45.-46. KW 2022

Probenbezeichnung	Probe B2/11	Probe B2/11	Probe B2/11	Probe B6/4	Probe B6/4	Probe B6/4
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	43.28	45.91	44.10	49.65	53.31	49.37
Geglühte Probe + Behälter [g]	42.36	45.03	43.55	48.66	52.52	48.91
Behälter [g]	26.29	27.77	27.86	27.03	28.91	26.36
Massenverlust [g]	0.92	0.88	0.55	0.99	0.79	0.46
Trockenmasse vor Glühen [g]	16.99	18.14	16.24	22.62	24.40	23.01
Glühverlust [-]	5.41	4.85	3.39	4.38	3.24	2.00

Probenbezeichnung	Probe B9/2	Probe B9/2	Probe B9/2	Probe B19/2	Probe B19/2	Probe B19/2
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	46.87	47.90	49.31	48.79	48.52	52.35
Geglühte Probe + Behälter [g]	44.64	46.07	47.49	46.98	47.07	51.40
Behälter [g]	26.32	27.59	26.09	26.67	25.30	28.07
Massenverlust [g]	2.23	1.83	1.82	1.81	1.45	0.95
Trockenmasse vor Glühen [g]	20.55	20.31	23.22	22.12	23.22	24.28
Glühverlust [-]	10.85	9.01	7.84	8.18	6.24	3.91

Probenbezeichnung	Probe B38/2	Probe B38/2	Probe B38/2	Probe B44/3	Probe B44/3	Probe B44/3
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	51.07	52.66	48.26	60.28	59.48	60.93
Geglühte Probe + Behälter [g]	48.07	49.80	46.13	59.94	59.03	60.30
Behälter [g]	29.35	28.35	26.63	26.78	26.97	28.73
Massenverlust [g]	3.00	2.86	2.13	0.34	0.45	0.63
Trockenmasse vor Glühen [g]	21.72	24.31	21.63	33.50	32.51	32.20
Glühverlust [-]	13.81	11.76	9.85	1.01	1.38	1.96

Probenbezeichnung	Probe B85/6	Probe B85/6	Probe B85/6	Probe B93/13	Probe B93/13	Probe B93/13
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	62.43	56.38	56.14	48.18	48.08	47.91
Geglühte Probe + Behälter [g]	62.10	56.05	55.60	47.47	47.46	47.40
Behälter [g]	26.08	27.58	26.33	27.87	27.77	26.28
Massenverlust [g]	0.33	0.33	0.54	0.71	0.62	0.51
Trockenmasse vor Glühen [g]	36.35	28.80	29.81	20.31	20.31	21.63
Glühverlust [-]	0.91	1.15	1.81	3.50	3.05	2.36

ANLAGE 6.1 – 6.6

Konsistenzgrenzenbestimmungen



# Zustandsgrenzen

Neubau Paketzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B9/2

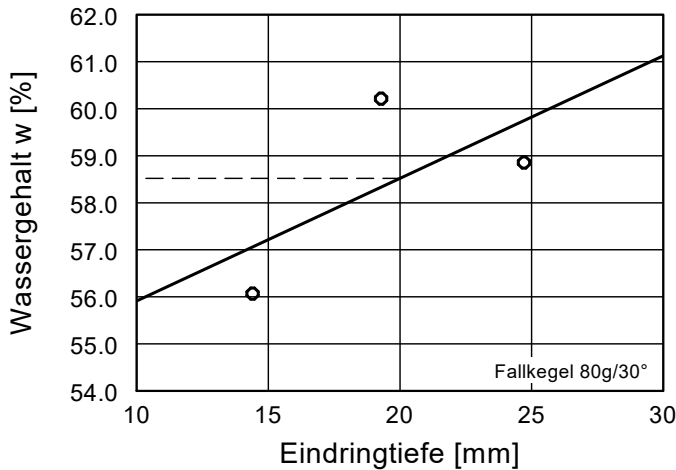
Entnahmestelle: BS B9

Tiefe: 0,30 - 1,20 m

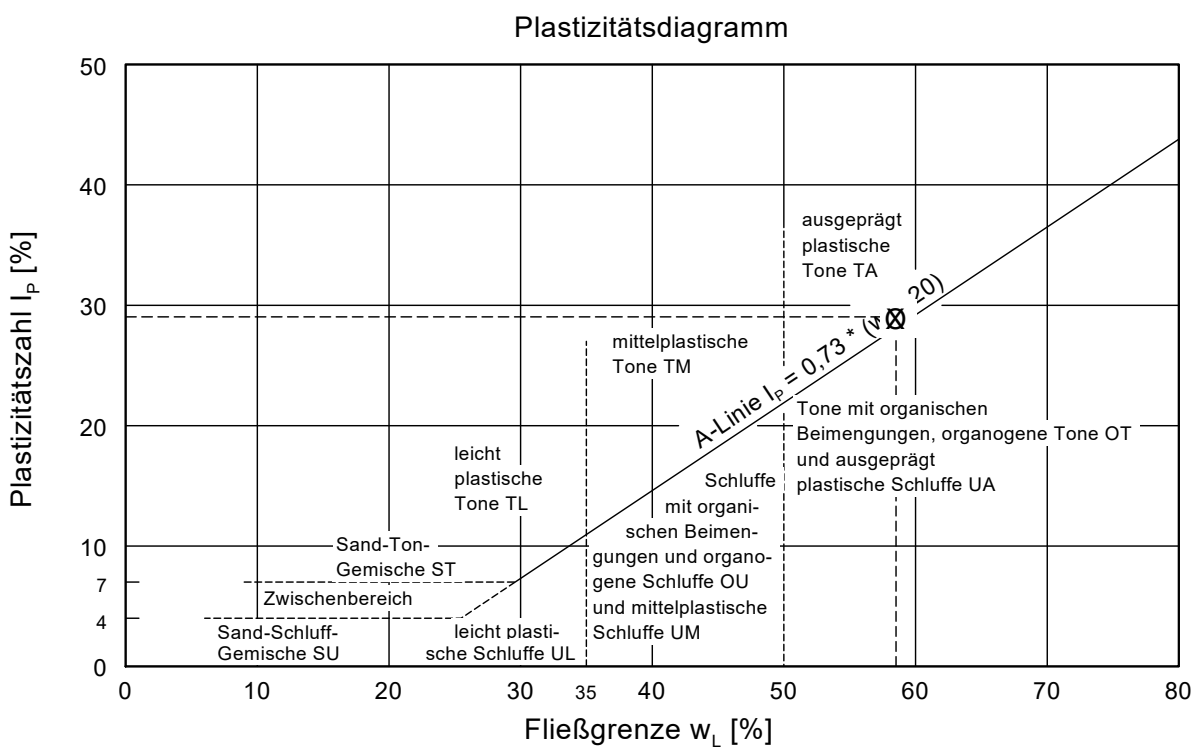
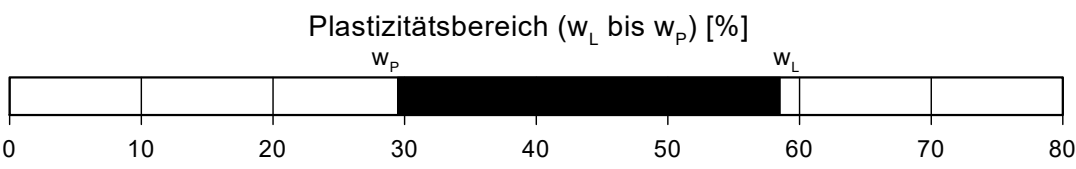
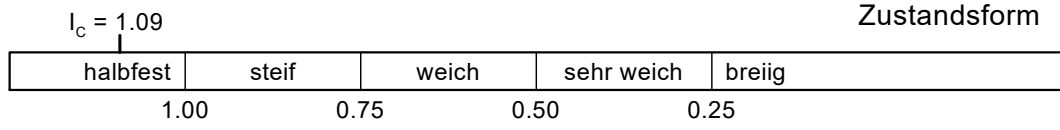
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Schluff, stark tonig, schwach sandig

Probe entnommen am: 26.10.2022



Wassergehalt $w =$	26.8 %
Fließgrenze $w_L =$	58.5 %
Ausrollgrenze $w_P =$	29.5 %
Plastizitätszahl $I_p =$	29.0 %
Konsistenzzahl $I_c =$	1.09



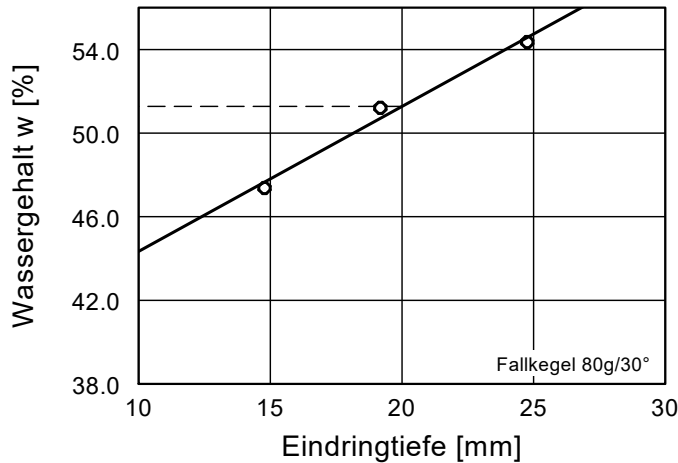
# Zustandsgrenzen

Neubau Paektzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

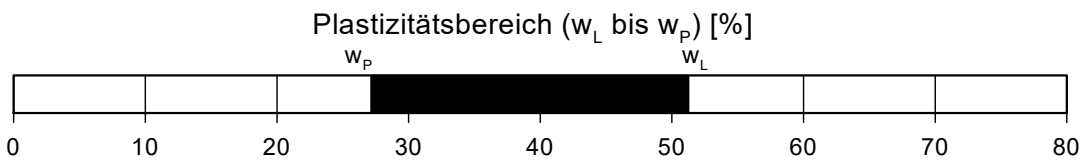
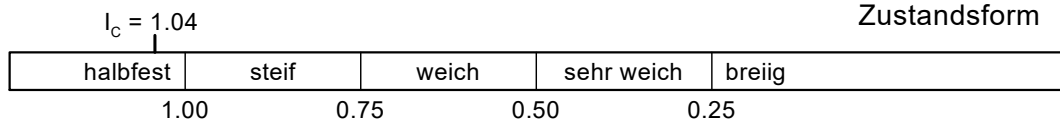
Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

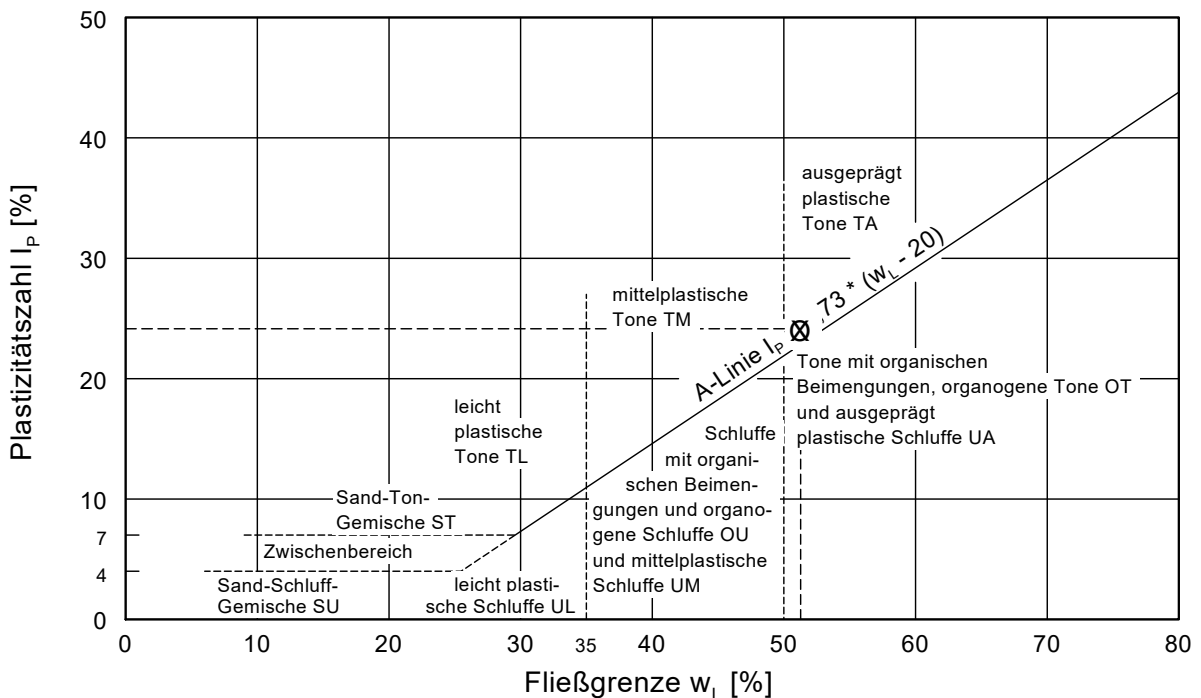
Prüfungsnummer: Probe B14/3  
 Entnahmestelle: BS B14  
 Tiefe: 1,10 - 2,25 m  
 Art der Entnahme: gestörte Probe  
 Bodenart: Schluff, stark tonig, sandig  
 Probe entnommen am: 26.10.2022



Wassergehalt $w =$	26.1 %
Fließgrenze $w_L =$	51.3 %
Ausrollgrenze $w_P =$	27.1 %
Plastizitätszahl $I_P =$	24.2 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.04



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen

Neubau Paketzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B25/4

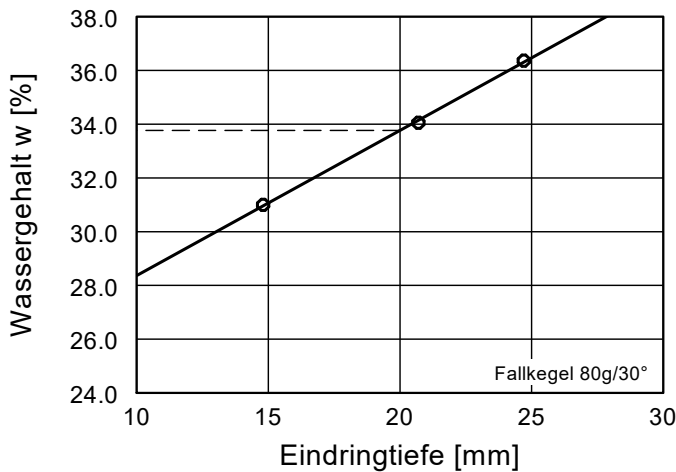
Entnahmestelle: BS B25

Tiefe: 2,25 - 3,20 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

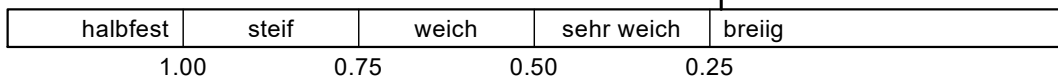
Bodenart: Schluff, sandig, schwach tonig

Probe entnommen am: 08.11.2022

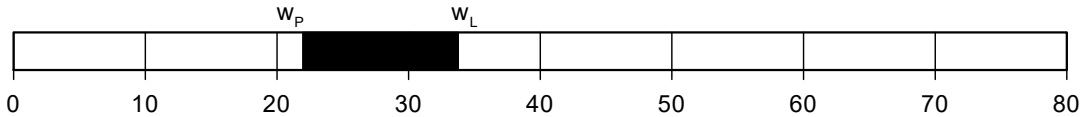


Wassergehalt w =	31.0 %
Fließgrenze $w_L$ =	33.8 %
Ausrollgrenze $w_P$ =	22.0 %
Plastizitätszahl $I_P$ =	11.8 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.23

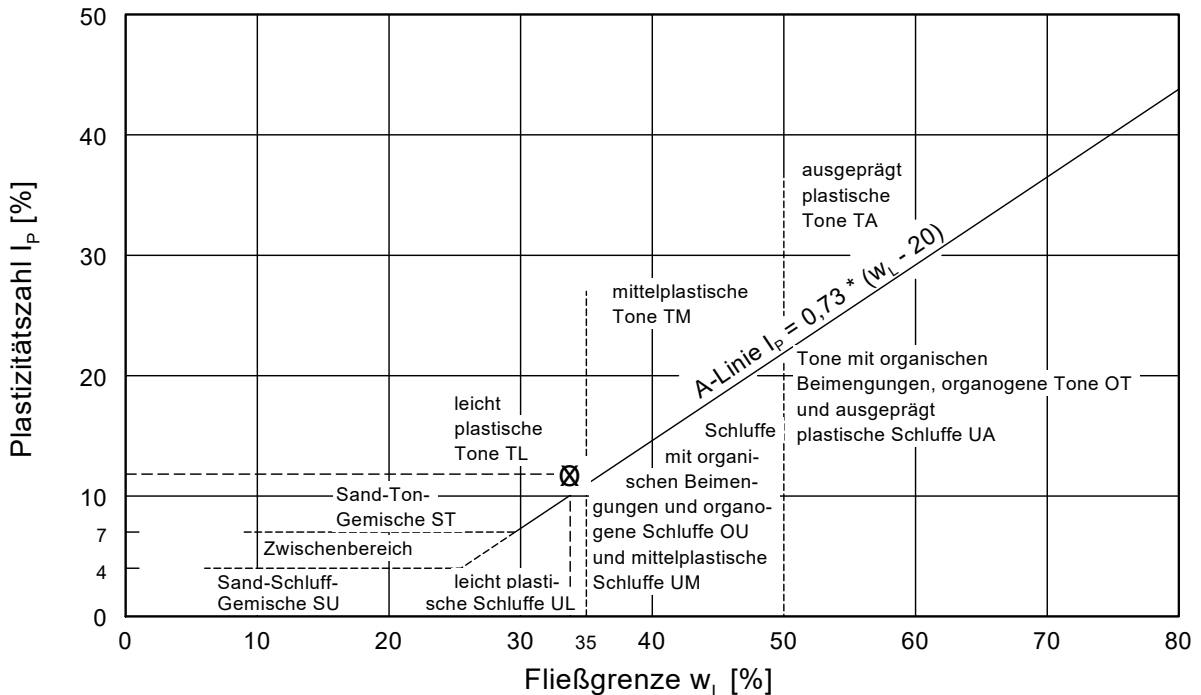
Zustandsform



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_P$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen

Neubau Paketzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B38/2

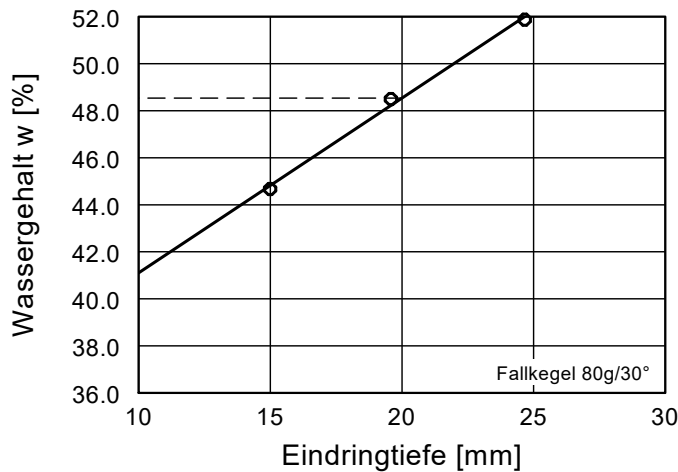
Entnahmestelle: BS B38

Tiefe: 0,30 - 0,90 m

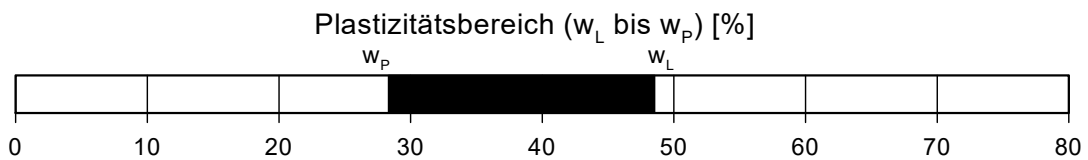
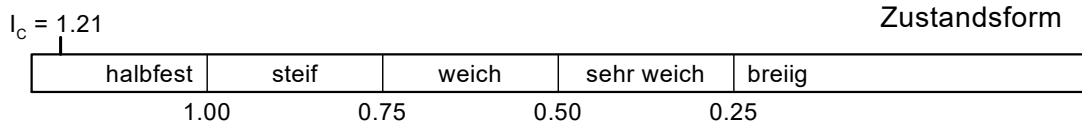
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: Schluff, tonig, schwach sandig

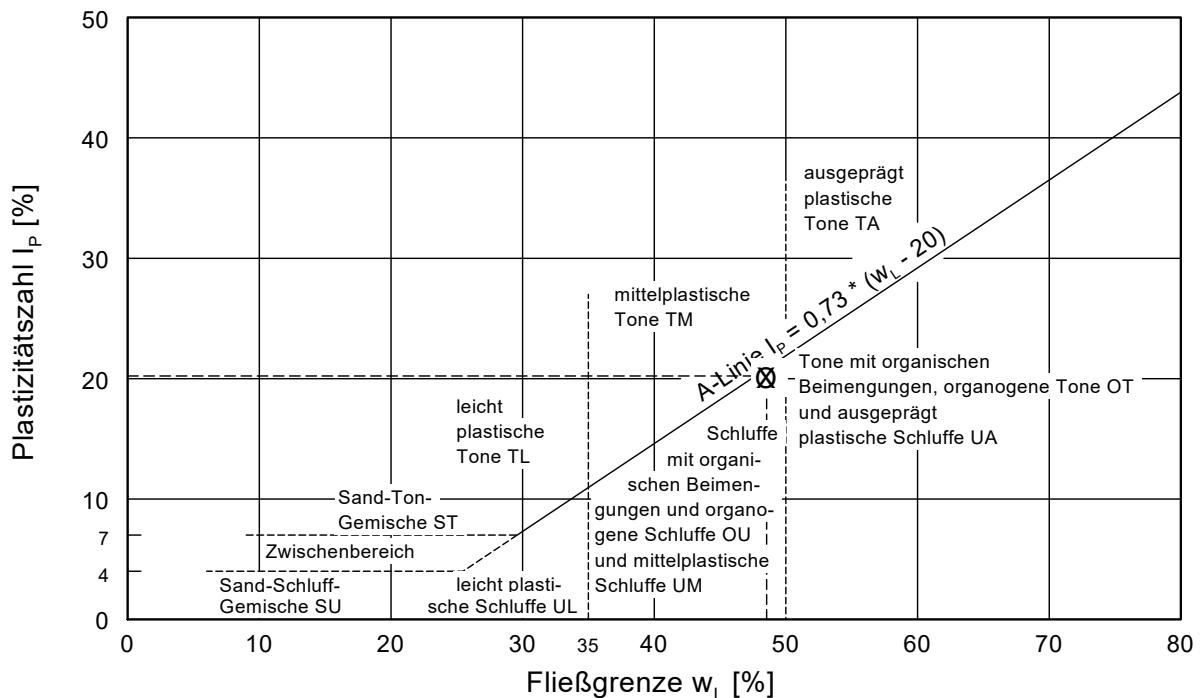
Probe entnommen am: 07.11.2022



Wassergehalt  $w = 24.1 \%$   
 Fließgrenze  $w_L = 48.5 \%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 28.3 \%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 20.2$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 1.21$



## Plastizitätsdiagramm



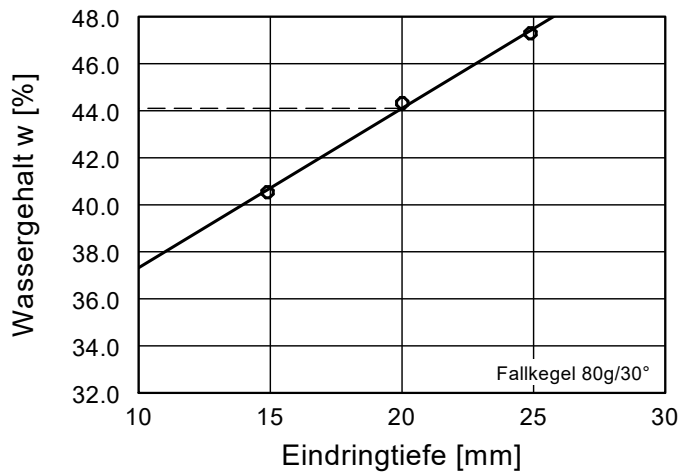
# Zustandsgrenzen

Neubau Paketzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

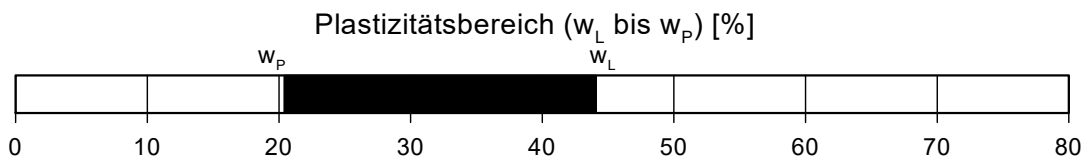
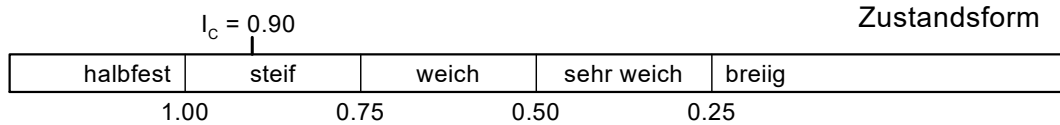
Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

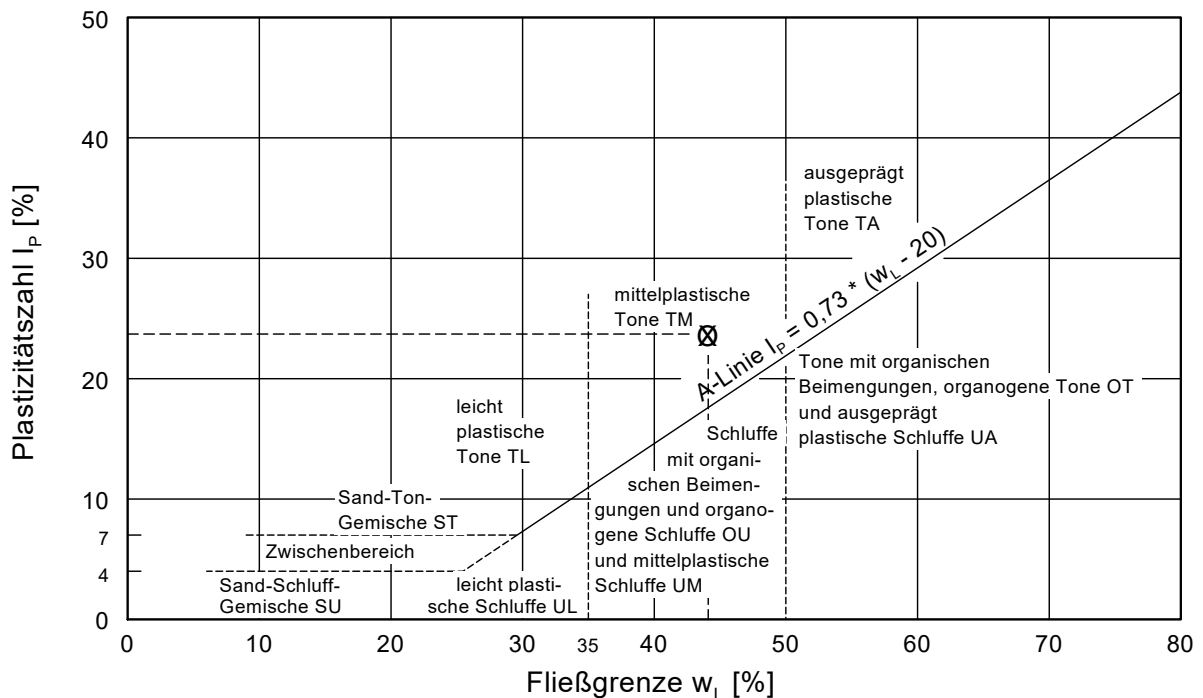
Prüfungsnummer: Probe B83/2  
 Entnahmestelle: BS B83  
 Tiefe: 0,40 - 1,50 m  
 Art der Entnahme: gestörte Probe  
 Bodenart: Schluff, tonig, sandig  
 Probe entnommen am: 17.11.2022



Wassergehalt w =	22.7 %
Fließgrenze $w_L$ =	44.1 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	20.4 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	23.7 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.90



## Plastizitätsdiagramm



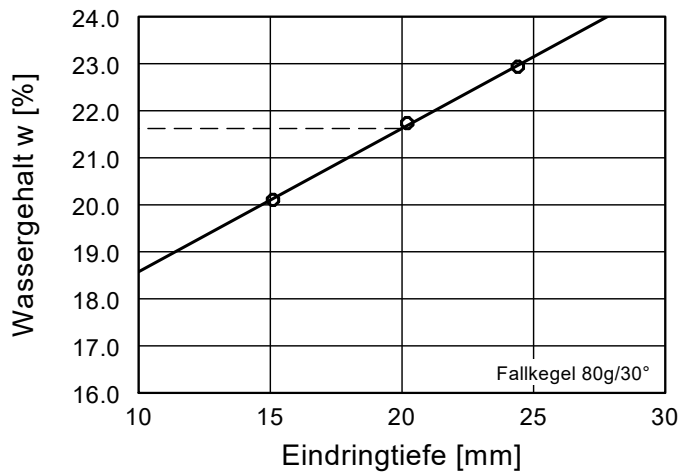
# Zustandsgrenzen

Neubau Paketzentrum Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

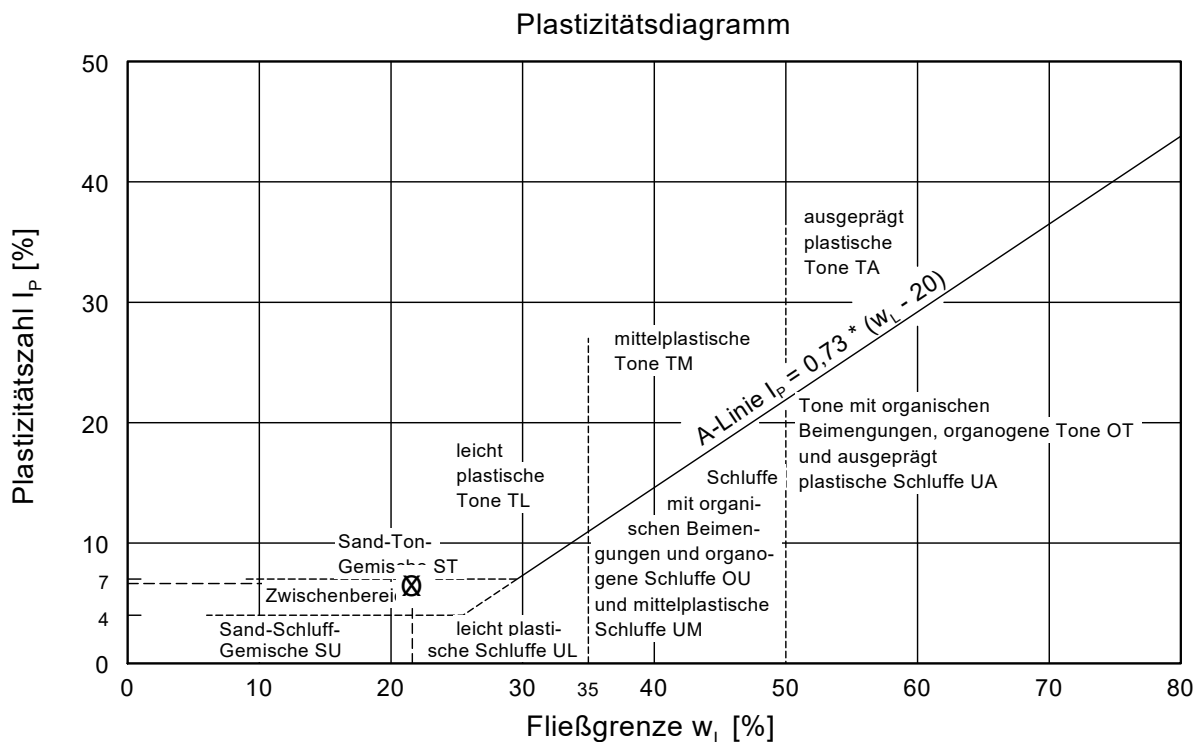
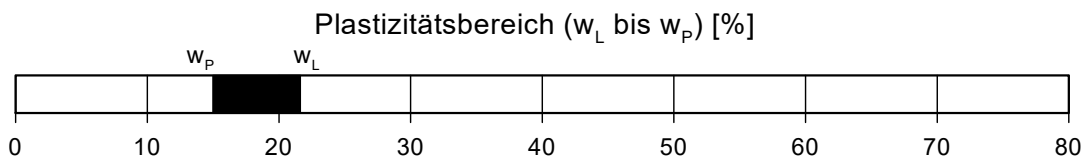
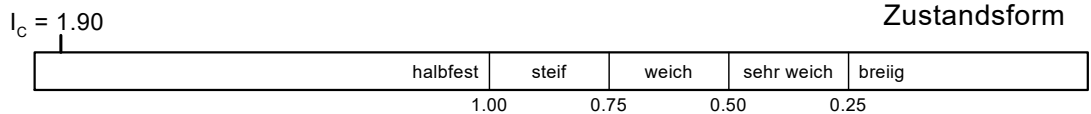
Bearbeiter: Herr Thiemann

Datum: 27.02.2023

Prüfungsnummer: Probe B89/3  
 Entnahmestelle: BS B89  
 Tiefe: 1,35 - 2,00 m  
 Art der Entnahme: gestörte Probe  
 Bodenart: Kies, sandig, schluffig  
 Probe entnommen am: 10.11.2022



Wassergehalt w =	9.1 %
Fließgrenze $w_L$ =	21.6 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	15.0 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	6.6 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	1.90





## ANLAGE 7.1

### Versickerungsversuche im Gelände

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$

Maßnahme: Neubau PZ Weichering  
Ort: 86706 Weichering  
Datum: 26.10.2022

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wassermenge l	Q m <sup>3</sup> /s	$k_f$ m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS B 4	1	30	1,22	3,42	5,00	2,44E-05	<b>1,21E-04</b>	Grundwasser bei 1,82 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,60 - 1,82 m u. GOK
	2	30	1,22	3,23	5,00	2,58E-05	<b>1,28E-04</b>	
BS B 6	1	30	0,78	13,22	2,00	2,52E-06	<b>1,96E-05</b>	Grundwasser bei 1,48 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,70 - 1,48 m u. GOK
	2	30	0,78	13,80	2,00	2,42E-06	<b>1,88E-05</b>	
BS B 12	1	30	1,40	5,77	2,00	5,78E-06	<b>2,50E-05</b>	Grundwasser bei 2,40 m u.GOK Fluviatilschluff+Fluviatilsand; 1,00 - 2,40 m u. GOK
	2	30	1,40	6,25	2,00	5,33E-06	<b>2,31E-05</b>	
BS B 17	1	30	1,00	3,08	2,00	1,08E-05	<b>6,56E-05</b>	Grundwasser bei 1,40 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,40 - 1,40 m u. GOK
	2	30	1,00	3,13	2,00	1,06E-05	<b>6,45E-05</b>	
BS B 36	1	30	1,20	0,68	5,00	1,23E-04	<b>6,19E-04</b>	BLZ bei 2,20 m u.GOK Fluviatilkies; 1,00 - 2,20 m u. GOK
	2	30	1,20	0,75	5,00	1,11E-04	<b>5,61E-04</b>	
BS B 45	1	30	1,00	0,87	4,00	7,66E-05	<b>4,64E-04</b>	Grundwasser bei 1,85 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,85 - 1,85 m u. GOK
	2	30	1,00	0,70	4,00	9,52E-05	<b>5,77E-04</b>	
BS B 46	1	30	0,60	0,97	4,00	6,87E-05	<b>6,94E-04</b>	Grundwasser bei 1,70 m u.GOK Fluviatilkies; 1,10 - 1,70 m u. GOK
	2	30	0,60	1,25	4,00	5,33E-05	<b>5,39E-04</b>	

Erläuterung

r - Brunnenradius, mm  
h - Wasserstandshöhe über der Grundwasseroberfläche, m  
Q - Wasserzugabe in m<sup>3</sup>/s (Wasserspiegelkonstanthaltung)  
 $k_f$  - Durchlässigkeitsbeiwert, m/s

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

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

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$

Maßnahme: Neubau PZ Weichering  
Ort: 86706 Weichering  
Datum: 26.10.2022

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wassermenge l	Q m³/s	$k_f$ m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS B 81	1	30	1,13	3,17	4,00	2,10E-05	1,13E-04	Grundwasser bei 1,93 m u.GOK Fluviatilkies+Fluviatilsand; 0,80 - 1,93 m u. GOK
	2	30	1,13	3,97	4,00	1,68E-05	9,01E-05	
BS B 82	1	30	1,18	5,97	0,80	2,23E-06	1,15E-05	Grundwasser bei 1,88 m u.GOK Fluviatilkies+Fluviatilsand; 0,70 - 1,88 m u. GOK
	2	30	1,18	5,00	0,61	2,03E-06	1,04E-05	
BS B 83	1	30	1,00	5,00	0,12	4,00E-07	2,42E-06	BLZ bei 1,40 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,40 - 1,40 m u. GOK
	2	30	1,00	5,00	0,05	1,67E-07	1,01E-06	
BS B 117	1	30	1,00	1,78	5,00	4,68E-05	2,84E-04	BLZ bei 1,45 m u.GOK Fluviatilkies; 0,45 - 1,45 m u. GOK
	2	30	1,00	1,92	5,00	4,34E-05	2,63E-04	
BS B 121	1	30	0,50	1,20	5,00	6,94E-05	8,42E-04	BLZ bei 1,11 m u.GOK Fluviatilkies; 0,60 - 1,11 m u. GOK
	2	30	0,50	1,25	5,00	6,67E-05	8,08E-04	
BS B 123	1	30	1,10	2,23	4,00	2,99E-05	1,65E-04	BLZ bei 2,00 m u.GOK Fluviatilschluff; 0,90 - 2,00 m u. GOK
	2	30	1,10	2,90	4,00	2,30E-05	1,27E-04	

Erläuterung

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

Durchlässigkeitsbewertung nach DIN 18 130

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

ANLAGE 8.1

Probenahmeprotokolle (Grundwasser)

## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.): <u>GWM B12</u>	Datum: <u>22.06.2023</u>
Probenbezeichnung: <u>WP B 12</u>	Uhrzeit: <u>12:35</u>
Probenehmer: <u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung: <u>+22°C / heiter</u>
Probenmaterial: <u>Grundwasser</u>	Luftdruck: <u>1015 hPa</u>
Umgebungsbedingungen: <input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren	
<input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet <span style="float: right;">Art Gewerbe/Industrie: _____</span>	
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>	

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle: <u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser: <u>50 mm</u>
Ausbaumaterial: <u>PVC</u>	Filteroberkante: <u>+372,77 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK): <u>+375,10 m NHN</u>	Filterunterkante: <u>+369,10 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK): <u>+375,77 m NHN</u>	Lotung Sohle: <u>-</u>
Ausbausohle: <u>+369,05 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel: <u>2,48 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme: <u>pumpen</u>	Entnahmetiefe: <u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz: <u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer: <u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
12:35	2,48	4	120	11,7	1,57	895	225	7,0	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden <span style="float: right;">Farbe: _____</span>	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen: <u>4 x 1,0 l</u>	
Art des Probenbehälters: <u>Braunglas</u>	
Art des Verschlusses: <u>Kunststoff</u>	
Stabilisierung: <u>1 x Marmorpulver</u>	
Transport-/Lagerung: <u>gekühlt / dunkel</u>	

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift:

22.06.2023



## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.): <u>GWM B21</u>	Datum: <u>22.06.2023</u>
Probenbezeichnung: <u>WP B 21</u>	Uhrzeit: <u>09:30</u>
Probenehmer: <u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung: <u>+18°C / heiter</u>
Probenmaterial: <u>Grundwasser</u>	Luftdruck: <u>1015 hPa</u>
Umgebungsbedingungen: <input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren	
<input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet    Art Gewerbe/Industrie: _____	
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>	

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle: <u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser: <u>50 mm</u>
Ausbaumaterial: <u>PVC</u>	Filteroberkante: <u>+372,14 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK): <u>+374,61 m NHN</u>	Filterunterkante: <u>+368,14 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK): <u>+375,14 m NHN</u>	Lotung Sohle: <u>-</u>
Ausbausohle: <u>+368,09 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel: <u>2,16 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme: <u>pumpen</u>	Entnahmetiefe: <u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz: <u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer: <u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
09:30	2,16	4	120	11,5	1,76	911	256	7,0	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden    Farbe: _____	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen: <u>4 x 1,0 l</u>	
Art des Probenbehälters: <u>Braunglas</u>	
Art des Verschlusses: <u>Kunststoff</u>	
Stabilisierung: <u>1 x Marmorpulver</u>	
Transport-/Lagerung: <u>gekühlt / dunkel</u>	

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift:

22.06.2023

*V. Thimm*



## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.): <u>GWM B119</u>	Datum: <u>22.06.2023</u>
Probenbezeichnung: <u>WP B 119</u>	Uhrzeit: <u>11:15</u>
Probenehmer: <u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung: <u>+21°C / heiter</u>
Probenmaterial: <u>Grundwasser</u>	Luftdruck: <u>1015 hPa</u>
Umgebungsbedingungen: <input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren	
<input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet    Art Gewerbe/Industrie: _____	
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>	

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle: <u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser: <u>50 mm</u>
Ausbaumaterial: <u>PVC</u>	Filteroberkante: <u>+373,36 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK): <u>+375,29 m NHN</u>	Filterunterkante: <u>+369,36 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK): <u>+375,86 m NHN</u>	Lotung Sohle: <u>-</u>
Ausbausohle: <u>+369,31 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel: <u>2,65 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme: <u>pumpen</u>	Entnahmetiefe: <u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz: <u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer: <u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
11:15	2,65	4	120	11,5	1,58	849	573	7,0	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden    Farbe: _____	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen: <u>4 x 1,0 l</u>	
Art des Probenbehälters: <u>Braunglas</u>	
Art des Verschlusses: <u>Kunststoff</u>	
Stabilisierung: <u>1 x Marmorpulver</u>	
Transport-/Lagerung: <u>gekühlt / dunkel</u>	

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift:

22.06.2023

*V. Thimm*

## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.): <u>GWM B12</u>	Datum: <u>30.08.2023</u>
Probenbezeichnung: <u>WP B 12</u>	Uhrzeit: <u>12:30</u>
Probenehmer: <u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung: <u>+17°C / bewölkt</u>
Probenmaterial: <u>Grundwasser</u>	Luftdruck: <u>1003 hPa</u>
Umgebungsbedingungen: <input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren	
<input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet    Art Gewerbe/Industrie: _____	
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>	

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle: <u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser: <u>50 mm</u>
Ausbaumaterial: <u>PVC</u>	Filteroberkante: <u>+372,77 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK): <u>+375,10 m NHN</u>	Filterunterkante: <u>+369,10 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK): <u>+375,77 m NHN</u>	Lotung Sohle: <u>-</u>
Ausbausohle: <u>+369,05 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel: <u>2,82 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme: <u>pumpen</u>	Entnahmetiefe: <u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz: <u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer: <u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
12:30	2,82	4	120	11,9	0,78	846	249	7,2	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden    Farbe: _____	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen: <u>2 x 1,0 l</u>	
Art des Probenbehälters: <u>Braunglas</u>	
Art des Verschlusses: <u>Kunststoff</u>	
Stabilisierung: <u>ohne</u>	
Transport-/Lagerung: <u>gekühlt / dunkel</u>	

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift: 30.08.2023 *V.Thieme*

## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.): <u>GWM B21</u>	Datum: <u>30.08.2023</u>
Probenbezeichnung: <u>WP B 21</u>	Uhrzeit: <u>09:45</u>
Probenehmer: <u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung: <u>+17°C / bewölkt</u>
Probenmaterial: <u>Grundwasser</u>	Luftdruck: <u>1003 hPa</u>
Umgebungsbedingungen: <input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren	
<input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet    Art Gewerbe/Industrie: _____	
<input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>	

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle: <u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser: <u>50 mm</u>
Ausbaumaterial: <u>PVC</u>	Filteroberkante: <u>+372,14 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK): <u>+374,61 m NHN</u>	Filterunterkante: <u>+368,14 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK): <u>+375,14 m NHN</u>	Lotung Sohle: <u>-</u>
Ausbausohle: <u>+368,09 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel: <u>2,49 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme: <u>pumpen</u>	Entnahmetiefe: <u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz: <u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer: <u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
09:45	2,49	4	120	11,7	0,84	883	232	7,2	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden    Farbe: _____	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen: <u>2 x 1,0 l</u>	
Art des Probenbehälters: <u>Braunglas</u>	
Art des Verschlusses: <u>Kunststoff</u>	
Stabilisierung: <u>ohne</u>	
Transport-/Lagerung: <u>gekühlt / dunkel</u>	

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift: 30.08.2023 V. Thimm

## Grundwasserprobenahmeprotokoll

<b>Projekt:</b> PZ Weichering	<b>Az.-Nr.:</b> 201252-B
<b>Adresse:</b> 86706 Weichering	

### 1. Allgemeine Angaben

Messtellennahme (Nr.):	<u>GWM B119</u>	Datum:	<u>30.08.2023</u>
Probenbezeichnung:	<u>WP B 119</u>	Uhrzeit:	<u>11:05</u>
Probenehmer:	<u>Hr. M. Drilling</u>	Lufttemperatur/Witterung:	<u>+17°C / bewölkt</u>
Probenmaterial:	<u>Grundwasser</u>	Luftdruck:	<u>1003 hPa</u>
Umgebungsbedingungen:	<input checked="" type="checkbox"/> Grünfläche / Wald <input checked="" type="checkbox"/> Feld / Acker <input type="checkbox"/> Straße, viel befahren <input type="checkbox"/> Straße, wenig befahren <input type="checkbox"/> Wohngebiet <input type="checkbox"/> Gewerbegebiet <input type="checkbox"/> Industriegebiet            Art Gewerbe/Industrie: _____ <input type="checkbox"/> Sonstiges: <u>Brückenbauwerk</u>		

### 2. Angaben zur Entnahmestelle

Art der Probenahmestelle:	<u>permanente Grundwassermessstelle</u>	Pegelaußendurchmesser:	<u>50 mm</u>
Ausbaumaterial:	<u>PVC</u>	Filteroberkante:	<u>+373,36 m NHN</u>
Geländehöhe (GOK):	<u>+375,29 m NHN</u>	Filterunterkante:	<u>+369,36 m NHN</u>
Messpunkthöhe (POK):	<u>+375,86 m NHN</u>	Lotung Sohle:	<u>-</u>
Ausbausohle:	<u>+369,31 m NHN</u>	Ruhewasserspiegel:	<u>2,92 m u.POK</u>

### 3. Angaben zur Durchführung der Probenahme

Art der Probenahme:	<u>pumpen</u>	Entnahmetiefe:	<u>5,00 m u.POK</u>
Entnahmegesetz:	<u>UW-Pumpe</u>	Abpumpvolumen/Dauer:	<u>30 min 4 Liter/min</u>

Uhrzeit	Wasserspiegel [m u. POK]	Rate [l/min.]	gepumptes Volumen [l]	Temp. [°C]	O <sub>2</sub> [mg/l]	el. LF [µS/cm]	Redox [mV]	pH-Wert	Bemerkungen
11:05	2,92	4	120	11,7	0,80	861	250	7,3	

### 4. Organoleptische Untersuchungen (nach Abpumpvorgang)

<b>Färbung:</b> <input checked="" type="checkbox"/> farblos <input type="checkbox"/> weiß <input type="checkbox"/> ocker <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> gelb <input type="checkbox"/> grau <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> beige <input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> braun <input type="checkbox"/> grün	<b>Geruch:</b> <input checked="" type="checkbox"/> unauffällig <input type="checkbox"/> erdig <input type="checkbox"/> nach Abwasser <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> moderig <input type="checkbox"/> nach Teer / Asphalt <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> faulig / schwefelig <input type="checkbox"/> nach Mineralöl <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> aromatisch <input type="checkbox"/> nach Lösemittel
<b>Trübung:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input checked="" type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark	<b>Bodensatz:</b> <input checked="" type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> schwach <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark
<b>Schwebstoffe:</b> <input type="checkbox"/> vorhanden            Farbe: _____	

### 5. Beschreibung der Proben

Probenvolumen:	<u>2 x 1,0 l</u>
Art des Probenbehälters:	<u>Braunglas</u>
Art des Verschlusses:	<u>Kunststoff</u>
Stabilisierung:	<u>ohne</u>
Transport-/Lagerung:	<u>gekühlt / dunkel</u>

### 6. Bemerkungen

Datum / Unterschrift: 30.08.2023 *V.Thimm*

ANLAGE 8.2

Chemische Analysenergebnisse  
(Grundwasser)

**Prüfbericht-Nr:** **B2312438**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 23.06.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 23.06.2023 - 26.06.2023

**Probe-Nr.** P202321533

**Probenbezeichnung** WP B 12

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**Untersuchungsauftrag**

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38409-6: 1986-01	DIN 38409-7: 2005-12	DIN 4030-2: 2008-06
DIN EN 1622 - Anhang C: 2006-10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11732: 2005-05	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 8467: 1995-05
DR. LANGE LCK 653: 2004-07		

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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



**Prüfbericht-Nr:** B2312438

**Probe-Nr.** P202321533

**Probenbezeichnung** WP B 12

## Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Aussehen	leichtgelb/trüb				Wen
Geruch, organol.	organisch		DIN EN 1622 - Anhang C	1*	Wen
pH-Wert	7,31		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	9,23	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	<0,5	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen
Gesamthärte (°d)	23,3	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Härte (Calcium)	15,4	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Calcium (flüssig)	110	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Magnesium (flüssig)	34,3	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Ammonium	0,13	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen
Chlorid-IC	46,9	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC	53,3	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L	DR. LANGE LCK 653	1*	Wen
Säurekapazität_4,3	7,21	mmol/L	DIN 38409-7	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

### Einstufung

<b>Beton nicht agg</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	eingehalten
<b>Beton schwach</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (XA1)	eingehalten
<b>Beton stark</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (XA2)	eingehalten
<b>Beton sehr st.</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (XA3)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	

## Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	leichtgelb/trüb					
Geruch, organol.	organisch					
pH-Wert	7,31		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	9,23	mg/L	15	40	100	100

**Prüfbericht-Nr:** B2312438

**Probe-Nr.** P202321533

**Probenbezeichnung** WP B 12

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	<0,5	mg/L				
Gesamthärte (°d)	23,3	°d				
Härte (Calcium)	15,4	°d				
Calcium (flüssig)	110	mg/L				
Magnesium (flüssig)	34,3	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	0,13	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	46,9	mg/L				
Sulfat-IC	53,3	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L				
Säurekapazität_4,3	7,21	mmol/L				

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 28.06.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Prüfbericht-Nr:** **B2312440**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 23.06.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 23.06.2023 - 26.06.2023

**Probe-Nr.** P202321535

**Probenbezeichnung** WP B 21

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**Untersuchungsauftrag**

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38409-6: 1986-01	DIN 38409-7: 2005-12	DIN 4030-2: 2008-06
DIN EN 1622 - Anhang C: 2006-10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11732: 2005-05	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 8467: 1995-05
DR. LANGE LCK 653: 2004-07		

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** B2312440

**Probe-Nr.** P202321535

**Probenbezeichnung** WP B 21

## Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Aussehen	leichtgelb/trüb				Wen
Geruch, organol.	organisch		DIN EN 1622 - Anhang C	1*	Wen
pH-Wert	7,29		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	0,44	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	1,17	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen
Gesamthärte (°d)	22,9	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Härte (Calcium)	16,1	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Calcium (flüssig)	115	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Magnesium (flüssig)	29,5	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Ammonium	0,70	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen
Chlorid-IC	58,5	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC	50,2	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L	DR. LANGE LCK 653	1*	Wen
Säurekapazität_4,3	6,56	mmol/L	DIN 38409-7	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

### Einstufung

<b>Beton nicht agg</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	eingehalten
<b>Beton schwach</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (XA1)	eingehalten
<b>Beton stark</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (XA2)	eingehalten
<b>Beton sehr st.</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (XA3)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	

## Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	leichtgelb/trüb					
Geruch, organol.	organisch					
pH-Wert	7,29		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	0,44	mg/L	15	40	100	100

**Prüfbericht-Nr:** **B2312440**

**Probe-Nr.** P202321535

**Probenbezeichnung** WP B 21

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	1,17	mg/L				
Gesamthärte (°d)	22,9	°d				
Härte (Calcium)	16,1	°d				
Calcium (flüssig)	115	mg/L				
Magnesium (flüssig)	29,5	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	0,70	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	58,5	mg/L				
Sulfat-IC	50,2	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L				
Säurekapazität_4,3	6,56	mmol/L				

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 28.06.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Prüfbericht-Nr:** **B2312439**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Telefon** 02941 / 5404  
**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 23.06.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 23.06.2023 - 26.06.2023

**Probe-Nr.** P202321534  
**Probenbezeichnung** WP B 119  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

**Untersuchungsauftrag**

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38409-6: 1986-01	DIN 38409-7: 2005-12	DIN 4030-2: 2008-06
DIN EN 1622 - Anhang C: 2006-10	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11732: 2005-05	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 8467: 1995-05
DR. LANGE LCK 653: 2004-07		

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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



**Prüfbericht-Nr:** B2312439

**Probe-Nr.** P202321534

**Probenbezeichnung** WP B 119

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Aussehen	farblos/klar				Wen
Geruch, organol.	organisch		DIN EN 1622 - Anhang C	1*	Wen
pH-Wert	7,43		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<0,1	mg/L	DIN 4030-2	4*	Wen
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	<0,5	mg/L	DIN EN ISO 8467	1*	Wen
Gesamthärte (°d)	21,7	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Härte (Calcium)	15,4	°d	DIN 38409-6	1*	Wen
Calcium (flüssig)	110	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Magnesium (flüssig)	27,6	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Ammonium	<0,05	mg/L	DIN EN ISO 11732	1*	Wen
Chlorid-IC	52,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC	30,3	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L	DR. LANGE LCK 653	1*	Wen
Säurekapazität_4,3	6,65	mmol/L	DIN 38409-7	1*	Wen

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

**Bemerkung GW**

**Grenzwerteinstufung**

**Einstufung**

<b>Beton nicht agg</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	eingehalten
<b>Beton schwach</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - schwach angreifend (XA1)	eingehalten
<b>Beton stark</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - stark angreifend (XA2)	eingehalten
<b>Beton sehr st.</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - sehr stark angreifend (XA3)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	Betonangreifendes Wasser nach DIN 4030 - nicht angreifend	

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Aussehen	farblos/klar					
Geruch, organol.	organisch					
pH-Wert	7,43		6,5	5,5	4,5	4,4999
Kohlenstoffdioxid, kalklösend	<0,1	mg/L	15	40	100	100

**Prüfbericht-Nr:** B2312439

**Probe-Nr.** P202321534

**Probenbezeichnung** WP B 119

Parameter	Meßwert	Einheit	Beton nicht agg	Beton schwach	Beton stark	Beton sehr st.
Permanganatindex (Oxidierbarkeit)	<0,5	mg/L				
Gesamthärte (°d)	21,7	°d				
Härte (Calcium)	15,4	°d				
Calcium (flüssig)	110	mg/L				
Magnesium (flüssig)	27,6	mg/L	300	1000	3000	3000
Ammonium	<0,05	mg/L	15	30	60	60
Chlorid-IC	52,0	mg/L				
Sulfat-IC	30,3	mg/L	200	600	3000	3000
Sulfid (LCK 653)	<0,1	mg/L				
Säurekapazität_4,3	6,65	mmol/L				

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 28.06.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Prüfbericht-Nr:** B2319161

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** info@kleegraefe.com

**Eingangsdatum** 01.09.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 01.09.2023 - 12.09.2023

**Probe-Nr.** P202331255

**Probenbezeichnung** WP B 12

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38407-42: 2011-03

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

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

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

### Horn & Co. Analytics GmbH

#### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Weizlar** · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

**Prüfbericht-Nr:** B2319161

**Probe-Nr.** P202331255

**Probenbezeichnung** WP B 12

**Bemerkung**

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Perfluornonansäure (PFNA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansäure (PFOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansulfonat (PFHXS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansäure (PFHXA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansäure (PFBA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansäure (PFDA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäureamid (PFOSA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorheptansäure (PFHpA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorpentansäure (PFPeA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordodecansäure (PFDOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorundecansäure (PFUnA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Summe Perfluorierte Tenside (PFT)	<0,1	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
CDPOS	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
DPOSA	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (H4PFHxS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctylsulfonsäure (H4PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (H4PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.09.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Prüfbericht-Nr:** B2319163

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** info@kleegraefe.com

**Eingangsdatum** 01.09.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 01.09.2023 - 12.09.2023

**Probe-Nr.** P202331257

**Probenbezeichnung** WP B 21

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38407-42: 2011-03

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

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

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

### Horn & Co. Analytics GmbH

#### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Weizlar** · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

**Prüfbericht-Nr:** B2319163

**Probe-Nr.** P202331257

**Probenbezeichnung** WP B 21

**Bemerkung**

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Perfluornonansäure (PFNA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansäure (PFOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansulfonat (PFHXS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansäure (PFHXA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansäure (PFBA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansäure (PFDA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäureamid (PFOSA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorheptansäure (PFHpA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorpentansäure (PFPeA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordodecansäure (PFDOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorundecansäure (PFUnA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Summe Perfluorierte Tenside (PFT)	<0,1	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
CDPOS	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
DPOSA	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (H4PFHxS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctylsulfonsäure (H4PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (H4PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.09.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement



<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B2319162</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	info@kleegraefe.com
<b>Eingangsdatum</b>	01.09.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	01.09.2023 - 12.09.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202331256
<b>Probenbezeichnung</b>	WP B 119
<b>Herkunftsort</b>	PZ Weichering
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 38407-42: 2011-03

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

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

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

### Horn & Co. Analytics GmbH

#### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Weizlar** · Dillfeld 40, 35576 Weizlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

**Prüfbericht-Nr:** B2319162

**Probe-Nr.** P202331256

**Probenbezeichnung** WP B 119

**Bemerkung**

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Perfluornonansäure (PFNA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansäure (PFOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansulfonat (PFHXS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorhexansäure (PFHXA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorbutansäure (PFBA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansäure (PFDA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorooctansulfonsäureamid (PFOSA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorheptansäure (PFHpA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorpentansäure (PFPeA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluordodecansäure (PFDOA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Perfluorundecansäure (PFUnA)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
Summe Perfluorierte Tenside (PFT)	<0,1	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
CDPOS	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
DPOSA	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (H4PFHxS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluorooctylsulfonsäure (H4PFOS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (H4PFDS)	<0,01	µg/L	DIN 38407-42	5*	Wen

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

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

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.09.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

ANLAGE 9.1

Chemische Analysenergebnisse  
(Oberboden-Mischproben)

**Prüfbericht-Nr:** **B238917**

**Auftraggeber** KleeGräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleeGraefe.com](mailto:info@kleeGraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314346

**Probenbezeichnung** MP Oberboden (Wald)

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag** BBodSchV - Vorsorgewert

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238917**  
**Probe-Nr.** P202314346  
**Probenbezeichnung** MP Oberboden (Wald)

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	73,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	26,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	0,043	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	2,40	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	12,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,28	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	16,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	13,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	17,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	43,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

		Einstufung
<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	überschritten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm, Ton und BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten	

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	73,2	%				
Feuchte (105°C)	26,8	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238917

**Probe-Nr.** P202314346

**Probenbezeichnung** MP Oberboden (Wald)

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehr	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,043	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	2,40	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	12,1	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,28	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	16,8	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	13,7	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	17,8	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	43,2	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.



**Prüfbericht-Nr:** **B238920**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314349

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 1

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag** BBodSchV - Vorsorgewert

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** B238920  
**Probe-Nr.** P202314349  
**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 1

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	80,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	19,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	1,47	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,31	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	21,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	15,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	19,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	39,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

### Einstufung

<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	überschritten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm, Ton und BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten	

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	80,2	%				
Feuchte (105°C)	19,8	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238920

**Probe-Nr.** P202314349

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 1

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehr	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	1,47	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	<10	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,31	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	21,5	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	15,1	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	19,2	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	39,4	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B238921</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@kleegraefe.com">info@kleegraefe.com</a>
<b>Eingangsdatum</b>	27.04.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	27.04.2023 - 11.05.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202314350
<b>Probenbezeichnung</b>	MP Mutterboden 2
<b>Herkunftsort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Untersuchungsauftrag</b>	BBodSchV - Vorsorgewert

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** B238921

**Probe-Nr.** P202314350

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 2

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	85,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	14,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	0,022	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	0,98	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	10,3	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,29	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	14,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	12,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	12,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	45,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Bemerkung GW**

**Grenzwerteinstufung**

		Einstufung
<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand, Lehm und Ton überschritten. BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten.	

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	85,6	%				
Feuchte (105°C)	14,4	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238921

**Probe-Nr.** P202314350

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 2

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehr	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,022	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	0,98	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	10,3	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,29	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	14,4	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	12,0	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	12,7	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	45,0	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.



<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B238918</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@kleegraefe.com">info@kleegraefe.com</a>
<b>Eingangsdatum</b>	27.04.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	27.04.2023 - 11.05.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202314347
<b>Probenbezeichnung</b>	MP Mutterboden Versickerungsmulden
<b>Herkunftsort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Untersuchungsauftrag</b>	BBodSchV - Vorsorgewert

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238918**  
**Probe-Nr.** P202314347  
**Probenbezeichnung** MP Mutterboden Versickerungsmulden

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	86,7	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	13,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	0,010	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	0,088	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	1,28	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	1,09	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	13,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,30	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	21,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	16,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	18,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	56,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Bemerkung GW**

**Grenzwerteinstufung**

		<b>Einstufung</b>
<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	überschritten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm, Ton und BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten	

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	86,7	%				
Feuchte (105°C)	13,3	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238918

**Probe-Nr.** P202314347

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden Versickerungsmulden

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehr	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	0,010	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,088	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	1,28	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	1,09	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	13,2	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,30	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	21,5	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	16,0	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	18,6	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	56,6	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B238919</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@kleegraefe.com">info@kleegraefe.com</a>
<b>Eingangsdatum</b>	27.04.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	27.04.2023 - 11.05.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202314348
<b>Probenbezeichnung</b>	MP Mutterboden Gebäude
<b>Herkunftsart</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Untersuchungsauftrag</b>	BBodSchV - Vorsorgewert

#### **Übersicht der verwendeten Normen / SOP's**

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

#### **Horn & Co. Analytics GmbH**

##### **Labor Wenden**

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** B238919  
**Probe-Nr.** P202314348  
**Probenbezeichnung** MP Mutterboden Gebäude

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	81,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	18,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	0,97	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	12,8	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,31	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	20,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	14,7	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	19,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	51,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

		Einstufung
<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	überschritten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten

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

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	81,2	%				
Feuchte (105°C)	18,8	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238919

**Probe-Nr.** P202314348

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden Gebäude

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehr	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	0,97	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	12,8	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,31	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	20,4	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	14,7	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	19,1	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	51,2	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.



**Prüfbericht-Nr:** **B238922**

**Auftraggeber** KleeGräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleeGraefe.com](mailto:info@kleeGraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314351

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 3

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag** BBodSchV - Vorsorgewert

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-20: 1996-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 18287: 2006-05	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Austraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** B238922

**Probe-Nr.** P202314351

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 3

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Trockenrückstand (105°C)	86,1	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	13,9	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
TOC (TS)	0,50	%	DIN EN 15936	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,21	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	17,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	11,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	15,0	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	37,6	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

		Einstufung
<b>BBodSchV-Sand</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Lehm</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Lehm (aktuelle Version)	eingehalten
<b>BBodSchV-Ton</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Ton (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Vorsorge Org</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus (aktuelle Version)	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	BBodSchV - Vorsorgewert Sand, Lehm und Ton überschritten. BBodSchV - Vorsorgewert Böden mit weniger als 8 Prozent Humus eingehalten.	

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-To	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	86,1	%				
Feuchte (105°C)	13,9	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					

**Prüfbericht-Nr:** B238922

**Probe-Nr.** P202314351

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden 3

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV-Sand	BBodSchV-Lehm	BBodSchV-Top	Vorsorge Org
Naphthalin (TS)	<0,01	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	0,50	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	<10	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,21	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	17,6	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	11,6	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	15,0	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	37,6	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Die Laboranalyse ist für den gesetzlich geregelten Bereich der BBodSchV vorgesehen. Die maximale Messunsicherheit der jeweiligen Prüfverfahren beträgt 50 % relativ auf den jeweiligen Messwert. Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

## ANLAGE 9.2

### Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)

<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B238852</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@kleegraefe.com">info@kleegraefe.com</a>
<b>Eingangsdatum</b>	27.04.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	27.04.2023 - 11.05.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202314385
<b>Probenbezeichnung</b>	MP Stauraumkanäle ( Nord+Ost+Süd) besteht aus: MP Stauraumkanal Nord/Ost/€
<b>Herkunftsort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Untersuchungsauftrag</b>	

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12	BBodSchV §2 Nr. 8: 2021-05	DIN 19529: 2015-12
DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38407-37: 2013-11
DIN 38407-39: 2011-09	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 12457-1: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 15934: 2012-11
DIN EN 16170: 2017-01	DIN EN 17322: 2021-03	DIN EN 27888: 1993-11
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 17294-2: 2017-01	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 11465: 1996-12	DIN ISO 18287: 2006-05	LAGA KW/04: 2019-09

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238852**

**Probe-Nr.** P202314385

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanäle ( Nord+Ost+Süd) besteht aus: MP Stauraumkanal Nord/Ost/€

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	BBodSchV §2 Nr. 8	4*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	92,9	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	7,05	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Trockenrückstand (bis 40°C)	93,1	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
Feuchte (40°C)	6,93	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
> 2,00 mm	74,6	%	DIN 66165-2	1*	Wen
< 2,00 mm	25,4	%	DIN 66165-2	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
TOC-400 (TS)	<0,1	%	DIN 19539	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Königswasseraufschluss	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)_EBV	2,72	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Cadmium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja		DIN 19529	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	8,58		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	235	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	26,2	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Arsen (Eluat) ICP-MS	1,12	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen

**Prüfbericht-Nr:** **B238852**

**Probe-Nr.** P202314385

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanäle ( Nord+Ost+Süd) besteht aus: MP Stauraumkanal Nord/Ost/€

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

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

### Bemerkung GW

### Grenzwerteinstufung

### Einstufung

<b>BM-0 Lehm</b>	EBV - BM-0 Lehm/Schluff - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-0* &lt;0,5% TOC</b>	EBV - BM-0* <0,5% TOC - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-F0*</b>	EBV - BM-F0* - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-F1</b>	EBV - BM-F1 - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	EBV - BM-0 Lehm/Schluff eingehalten	

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	10	10	50	50
Trockenrückstand (105°C)	92,9	%				
Feuchte (105°C)	7,05	%				
Trockenrückstand (bis 40°C)	93,1	%				
Feuchte (40°C)	6,93	%				
> 2,00 mm	74,6	%				
< 2,00 mm	25,4	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
TOC-400 (TS)	<0,1	%	1	0,5	5	5



**Prüfbericht-Nr:** B238852

**Probe-Nr.** P202314385

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanäle ( Nord+Ost+Süd) besteht aus: MP Stauraumkanal Nord/Ost/☺

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	1	3	3
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg		300	300	300
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg		600	600	600
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3			
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	6	6	6
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg				
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg				
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15
Königswasseraufschluss	ja					
Arsen (TS)_EBV	2,72	mg/kg	20	20	40	40
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	70	140	140	140
Cadmium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	1	1	2	2
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	60	120	120	120
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	40	80	80	80
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	50	100	100	100
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,3	0,6	0,6	0,6
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	1	1	2	2
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	150	300	300	300
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,58				6,5-9,5	6,5-9,5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	235	µS/cm		350	350	500
Sulfat-IC (Eluat)	26,2	mg/L	250	250	250	450
Arsen (Eluat) ICP-MS	1,12	µg/L		8	12	20
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		23	35	90
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L		2	3	3
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L		10	15	150
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		20	30	110
Nickel (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		20	30	30
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,1	µg/L		0,2		
Zink (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		100	150	160
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L		0,0001		
Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat)	<0,1	µg/L		0,2	0,3	1,5
1-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
2-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Naphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Summe Naphthaline (Eluat)	<0,03	µg/L		2		
PCB-118 (Eluat)_EBV	<0,001	µg/L				
Summe 6 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L				
Summe 7 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L		0,01		

**Prüfbericht-Nr:** **B238852**

**Probe-Nr.** P202314385

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanäle ( Nord+Ost+Süd) besteht aus: MP Stauraumkanal Nord/Ost/€



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

<b>Prüfbericht-Nr:</b>	<b>B238853</b>
<b>Auftraggeber</b>	Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstr. 212 59556 Lippstadt
<b>Ansprechpartner</b>	Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe
<b>Telefon</b>	02941 / 5404
<b>E-Mail</b>	<a href="mailto:info@kleegraefe.com">info@kleegraefe.com</a>
<b>Eingangsdatum</b>	27.04.2023
<b>Probenehmer / -eingang</b>	AG / Nightstar
<b>Prüfort</b>	Horn & Co. Analytics GmbH
<b>Untersuchungszeitraum</b>	27.04.2023 - 11.05.2023
<b>Probe-Nr.</b>	P202314386
<b>Probenbezeichnung</b>	MP Lärmschutzwände (MPs 1-6) besteht aus: MP 1+3+4+5/2/6
<b>Herkunftsort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Entnahmeort</b>	PZ Weichering, Neubau PZ
<b>Untersuchungsauftrag</b>	

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12	BBodSchV §2 Nr. 8: 2021-05	DIN 19529: 2015-12
DIN 19539: 2016-12	DIN 19747: 2009-07	DIN 38407-37: 2013-11
DIN 38407-39: 2011-09	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 12457-1: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 15934: 2012-11
DIN EN 16170: 2017-01	DIN EN 17322: 2021-03	DIN EN 27888: 1993-11
DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN EN ISO 17294-2: 2017-01	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04	DIN ISO 11464: 2006-12
DIN ISO 11465: 1996-12	DIN ISO 18287: 2006-05	LAGA KW/04: 2019-09

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238853**

**Probe-Nr.** P202314386

**Probenbezeichnung** MP Lärmschutzwände (MPs 1-6) besteht aus: MP 1+3+4+5/2/6

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	BBodSchV §2 Nr. 8	4*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	90,5	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	9,46	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Trockenrückstand (bis 40°C)	91,4	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
Feuchte (40°C)	8,6	%	DIN ISO 11465	1*	Wen
> 2,00 mm	80,3	%	DIN 66165-2	1*	Wen
< 2,00 mm	19,7	%	DIN 66165-2	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
TOC-400 (TS)	<0,1	%	DIN 19539	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	DIN EN 17322	1*	Wen
Königswasseraufschluss	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)_EBV	3,91	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Cadmium (TS)_EBV	0,17	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	DIN EN 16170	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja		DIN 19529	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	8,52		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	261	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	25,7	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Arsen (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen

**Prüfbericht-Nr:** B238853

**Probe-Nr.** P202314386

**Probenbezeichnung** MP Lärmschutzwände (MPs 1-6) besteht aus: MP 1+3+4+5/2/6

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Nickel (Eluat) ICP-MS	1,80	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,1	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Zink (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat)	<0,1	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
1-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
2-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
Naphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
Summe Naphthaline (Eluat)	<0,03	µg/L	DIN 38407-39	1*	Wen
PCB-118 (Eluat)_EBV	<0,001	µg/L	DIN 38407-37	1*	Wen
Summe 6 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L	DIN 38407-37	1*	Wen
Summe 7 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L	DIN 38407-37	1*	Wen

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

**Bemerkung GW**

**Grenzwerteinstufung**

**Einstufung**

<b>BM-0 Lehm</b>	EBV - BM-0 Lehm/Schluff - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-0* &lt;0,5% TOC</b>	EBV - BM-0* <0,5% TOC - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-F0*</b>	EBV - BM-F0* - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>BM-F1</b>	EBV - BM-F1 - nach Ersatzbaustoffverordnung EBV	eingehalten
<b>Endeinstufung</b>	EBV - BM-0 Lehm/Schluff eingehalten	

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Mineral. Fremdbest.	<10	Vol-%	10	10	50	50
Trockenrückstand (105°C)	90,5	%				
Feuchte (105°C)	9,46	%				
Trockenrückstand (bis 40°C)	91,4	%				
Feuchte (40°C)	8,6	%				
> 2,00 mm	80,3	%				
< 2,00 mm	19,7	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
TOC-400 (TS)	<0,1	%	1	0,5	5	5

**Prüfbericht-Nr:** B238853

**Probe-Nr.** P202314386

**Probenbezeichnung** MP Lärmschutzwände (MPs 1-6) besteht aus: MP 1+3+4+5/2/6

Parameter	Meßwert	Einheit	BM-0 Lehm	BM-0* <0,5% TOC	BM-F0*	BM-F1
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	1	3	3
Kohlenwasserstoff-Index C10 - 22 (TS)	<100	mg/kg		300	300	300
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg		600	600	600
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3			
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	6	6	6
PCB-118 (TS)_EBV	<0,001	mg/kg				
Summe 6 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg				
Summe 7 PCB (TS)_EBV	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,15	0,15
Königswasseraufschluss	ja					
Arsen (TS)_EBV	3,91	mg/kg	20	20	40	40
Blei (TS)_EBV	<10	mg/kg	70	140	140	140
Cadmium (TS)_EBV	0,17	mg/kg	1	1	2	2
Chrom (TS)_EBV	<10	mg/kg	60	120	120	120
Kupfer (TS)_EBV	<10	mg/kg	40	80	80	80
Nickel (TS)_EBV	<10	mg/kg	50	100	100	100
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,3	0,6	0,6	0,6
Thallium (TS)_EBV	<0,1	mg/kg	1	1	2	2
Zink (TS)_EBV	<10	mg/kg	150	300	300	300
Elution mit dest. Wasser (2:1 Schüttel)	ja					
pH-Wert (Eluat)	8,52				6,5-9,5	6,5-9,5
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	261	µS/cm		350	350	500
Sulfat-IC (Eluat)	25,7	mg/L	250	250	250	450
Arsen (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		8	12	20
Blei (Eluat) ICP-MS	<1	µg/L		23	35	90
Cadmium (Eluat) ICP-MS	<0,3	µg/L		2	3	3
Chrom (Eluat) ICP-MS	<5	µg/L		10	15	150
Kupfer (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		20	30	110
Nickel (Eluat) ICP-MS	1,80	µg/L		20	30	30
Thallium (Eluat) ICP-MS	<0,1	µg/L		0,2		
Zink (Eluat) ICP-MS	<10	µg/L		100	150	160
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L		0,0001		
Summe 15 PAK (ohne Naphthalin)(Eluat)	<0,1	µg/L		0,2	0,3	1,5
1-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
2-Methylnaphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Naphthalin (Eluat)	<0,01	µg/L				
Summe Naphthaline (Eluat)	<0,03	µg/L		2		
PCB-118 (Eluat)_EBV	<0,001	µg/L				
Summe 6 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L				
Summe 7 PCB (Eluat)_EBV	<0,01	µg/L		0,01		

**Prüfbericht-Nr:** **B238853**

**Probe-Nr.** P202314386

**Probenbezeichnung** MP Lärmschutzwände (MPs 1-6) besteht aus: MP 1+3+4+5/2/6



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.



**Prüfbericht-Nr:** **B238923**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314371

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Nord

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238923**  
**Probe-Nr.** P202314371  
**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Nord

## Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	83,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	16,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	1,71	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,57		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	69	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	0,78	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	3,77	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238923**  
**Probe-Nr.** P202314371  
**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Nord  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 eingehalten	

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
Trockenrückstand (105°C)	83,8	%				
Feuchte (105°C)	16,2	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	1,71	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,57		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	69	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,78	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	3,77	mg/L	250	250	250	250

**Prüfbericht-Nr:** B238923

**Probe-Nr.** P202314371

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Nord

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

**Prüfbericht-Nr:** **B238924**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Telefon** 02941 / 5404  
**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314372

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Ost

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ  
**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238924**

**Probe-Nr.** P202314372

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Ost

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	93,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	6,97	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	2,21	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	10,3	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,39		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	46	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	0,64	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	1,41	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238924**  
**Probe-Nr.** P202314372  
**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Ost  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2	eingehalten

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
Trockenrückstand (105°C)	93,0	%				
Feuchte (105°C)	6,97	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	2,21	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	10,3	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,39		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	46	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,64	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	1,41	mg/L	250	250	250	250



**Prüfbericht-Nr:**                **B238924**  
**Probe-Nr.**                        P202314372  
**Probenbezeichnung**        MP Stauraumkanal Ost

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

**Bemerkung MU**    Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

**Prüfbericht-Nr:** **B238925**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314373

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Süd

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:**           **B238925**  
**Probe-Nr.**                    P202314373  
**Probenbezeichnung**       MP Stauraumkanal Süd

## Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	95,8	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	4,17	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	7,16	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,40		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	47	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	0,80	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238925**  
**Probe-Nr.** P202314373  
**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Süd  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2	eingehalten

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
Trockenrückstand (105°C)	95,8	%				
Feuchte (105°C)	4,17	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	7,16	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,40		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	47	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,60	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	0,80	mg/L	250	250	250	250

**Prüfbericht-Nr:** B238925

**Probe-Nr.** P202314373

**Probenbezeichnung** MP Stauraumkanal Süd

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

**Prüfbericht-Nr:** **B238926**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Telefon** 02941 / 5404  
**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314374

**Probenbezeichnung** MP LSW 1+3+4+5

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ  
**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

Volksbank in Südwestfalen eG

Sparkasse Siegen

Postbank

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

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

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

**Prüfbericht-Nr:** B238926

**Probe-Nr.** P202314374

**Probenbezeichnung** MP LSW 1+3+4+5

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	92,9	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	7,07	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	4,62	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,18	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,14		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	81	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	1,95	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	13,4	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

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



**Prüfbericht-Nr:** **B238926**  
**Probe-Nr.** P202314374  
**Probenbezeichnung** MP LSW 1+3+4+5  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2	eingehalten

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
Trockenrückstand (105°C)	92,9	%				
Feuchte (105°C)	7,07	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	4,62	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	0,18	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,14		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	81	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	1,95	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	13,4	mg/L	250	250	250	250

**Prüfbericht-Nr:** **B238926**

**Probe-Nr.** P202314374

**Probenbezeichnung** MP LSW 1+3+4+5

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

**Prüfbericht-Nr:** **B238927**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe

**Telefon** 02941 / 5404

**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar

**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH

**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314375

**Probenbezeichnung** MP LSW 2

**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

#### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

#### Horn & Co. Analytics GmbH

##### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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

**Prüfbericht-Nr:**           **B238927**  
**Probe-Nr.**                   P202314375  
**Probenbezeichnung**       MP LSW 2

**Untersuchungsergebnisse**

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	90,3	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	9,75	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	2,39	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,24		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	75	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	0,96	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	12,9	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238927**  
**Probe-Nr.** P202314375  
**Probenbezeichnung** MP LSW 2  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2	eingehalten

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja					
Trockenrückstand (105°C)	90,3	%				
Feuchte (105°C)	9,75	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	2,39	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	<0,1	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,24		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	75	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,96	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	12,9	mg/L	250	250	250	250

**Prüfbericht-Nr:** B238927

**Probe-Nr.** P202314375

**Probenbezeichnung** MP LSW 2

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

**Prüfbericht-Nr:** **B238928**

**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
Holzstr. 212  
59556 Lippstadt

**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Telefon** 02941 / 5404  
**E-Mail** [info@kleegraefe.com](mailto:info@kleegraefe.com)

**Eingangsdatum** 27.04.2023

**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 27.04.2023 - 11.05.2023

**Probe-Nr.** P202314376  
**Probenbezeichnung** MP LSW 6  
**Herkunftsort** PZ Weichering, Neubau PZ  
**Entnahmeort** PZ Weichering, Neubau PZ

**Untersuchungsauftrag**

## Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 12457-4: 2003-01	DIN EN 14039: 2005-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 27888: 1993-11	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	DIN EN ISO 10523: 2012-04
DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08	DIN EN ISO 14402: 1999-12
DIN EN ISO 14403: 2002-07	DIN EN ISO 17380: 2013-10	DIN EN ISO 54321 Verf. A2: 2021-04
DIN ISO 18287: 2006-05	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04	

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

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

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

## Horn & Co. Analytics GmbH

### Labor Wenden

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

**Labor Siegen** · Obere Kaiserstraße, 57078 Siegen · Deutschland

**Labor Wetzlar** · Dillfeld 40, 35576 Wetzlar · Deutschland

**Labor Witten** · Auestraße 4, 58452 Witten · Deutschland

Web: [www.horn-co.de](http://www.horn-co.de) · E-Mail: [anfrage-analytics@horn-co.de](mailto:anfrage-analytics@horn-co.de)

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

Geschäftsführer: Dr. Lars Füchtjohann, Argjend Kameraj

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



**Prüfbericht-Nr:** B238928  
**Probe-Nr.** P202314376  
**Probenbezeichnung** MP LSW 6

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden				Wen
Probenvorbereitung	s. Anhang		DIN 19747	1*	Wen
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 mm)	ja		DIN 19747	1*	Wen
Trockenrückstand (105°C)	94,0	%	DIN EN 14346	1*	Wen
Feuchte (105°C)	6,04	%	DIN EN 14346	1*	Wen
EOX (TS)	<1	mg/kg	DIN 38414-17	1*	Wen
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	DIN EN 14039	1*	Wen
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN ISO 54321 Verf. A2	1*	Wen
Arsen (TS)	3,80	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen
Zink (TS)	<10	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Elution mit dest. Wasser	ja		DIN EN 12457-4	1*	Wen
pH-Wert (Eluat)	9,19		DIN EN ISO 10523	1*	Wen
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	52	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen
Chlorid-IC (Eluat)	0,72	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Sulfat-IC (Eluat)	2,97	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 14402	1*	Wen
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	DIN EN ISO 12846	1*	Wen
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	DIN EN ISO 11885	1*	Wen

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

**Prüfbericht-Nr:** **B238928**  
**Probe-Nr.** P202314376  
**Probenbezeichnung** MP LSW 6  
**Bemerkung GW**

<b>Grenzwerteinstufung</b>	<b>Einstufung</b>
<b>Z0 Bayern L/S</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktepapier	überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Z2 Bayern</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktepapier	eingehalten
<b>Endeinstufung</b> Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2	eingehalten

**Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung**

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1kg					
Probennahmeprotokoll	n. vorhanden					
Probenvorbereitung	s. Anhang					
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (< 2,00 m	ja					
Trockenrückstand (105°C)	94,0	%				
Feuchte (105°C)	6,04	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	3	5	15	20
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	0,05	0,1	0,5	1
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	1	10	30	100
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Arsen (TS)	3,80	mg/kg	20	30	50	150
Blei (TS)	<10	mg/kg	70	140	300	1000
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	1	2	3	10
Chrom (TS)	<10	mg/kg	60	120	200	600
Kupfer (TS)	<10	mg/kg	40	80	200	600
Nickel (TS)	<10	mg/kg	50	100	200	600
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,5	1	3	10
Zink (TS)	<10	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	ja					
pH-Wert (Eluat)	9,19		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	52	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,72	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	2,97	mg/L	250	250	250	250

**Prüfbericht-Nr:** B238928

**Probe-Nr.** P202314376

**Probenbezeichnung** MP LSW 6

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Phenolindex (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,1
Arsen (Eluat)	<0,01	mg/L	0,01	0,01	0,04	0,06
Blei (Eluat)	<0,01	mg/L	0,02	0,025	0,1	0,2
Cadmium (Eluat)	<0,001	mg/L	0,002	0,002	0,005	0,01
Chrom, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	0,015	0,03	0,075	0,15
Kupfer (Eluat)	<0,01	mg/L	0,05	0,05	0,15	0,3
Nickel (Eluat)	<0,01	mg/L	0,04	0,05	0,15	0,2
Quecksilber (Eluat) AAS	<0,0001	mg/L	0,0002	0,0002	0,001	0,002
Zink (Eluat)	<0,01	mg/L	0,1	0,1	0,3	0,6

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 12.05.2023



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

**Bemerkung MU** Bei der Konformitätsbewertung wird die Messunsicherheit nicht berücksichtigt.

ANLAGE 10.1

Fotodokumentation

**Fotodokumentation**

**Seite 1**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 1:** Blickrichtung ~ O; Bereich der Bohrungen B1 – B4 und B8

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 2:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B3, B5, B6, B9, B10, B15, B16 und B31



**Fotodokumentation**

**Seite 2**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 3:** Blickrichtung ~W; Bereich der B7, B11, GWM B12 und B22

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 4:** Blickrichtung ~W; Bereich der Grundwassermessstelle GWM B12



**Fotodokumentation**

**Seite 3**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 5:** Blickrichtung ~NNW; Bereich der Bohrungen B17 – B21, B33 – B35, B44 und B53

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 6:** Blickrichtung ~NW; Bereich der Grundwassermessstelle GWM B21



**Fotodokumentation**

**Seite 4**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 7:** Blickrichtung ~N; Bereich der Bohrungen B16, B17, B32, B42

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 8:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B28 – B31, B40 und B46 – B49



**Fotodokumentation**

**Seite 5**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 9:** Blickrichtung ~NW; Bereich der Bohrung B56 (Feuchtgebiet)

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 10:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B57 – B59



**Fotodokumentation**

**Seite 6**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 21:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B60, B62, B72 – B75

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 12:** Blickrichtung ~SW; Bereich der Bohrungen B64, B66, B77 – B83, B88 und B99

**Fotodokumentation**

**Seite 7**

**Anlage 10.1**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 33:** Blickrichtung ~SW; Bereich der Bohrungen B89 – B94, B102 – B106 und B114 – B117

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 14:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B92 – B95, B102 – B104, B106 und B116 – B119



**Fotodokumentation**

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 45:** Blickrichtung ~W; Bereich der Grundwassermessstelle GWM B119

Situation 43./45./46. KW 2022



**Foto 16:** Blickrichtung ~O; Bereich der Bohrungen B98, B99 und B120 – B125

ANLAGE 11.1 – 11.5

Setzungsberechnungen  
(Einzel-/Streifenfundamente)

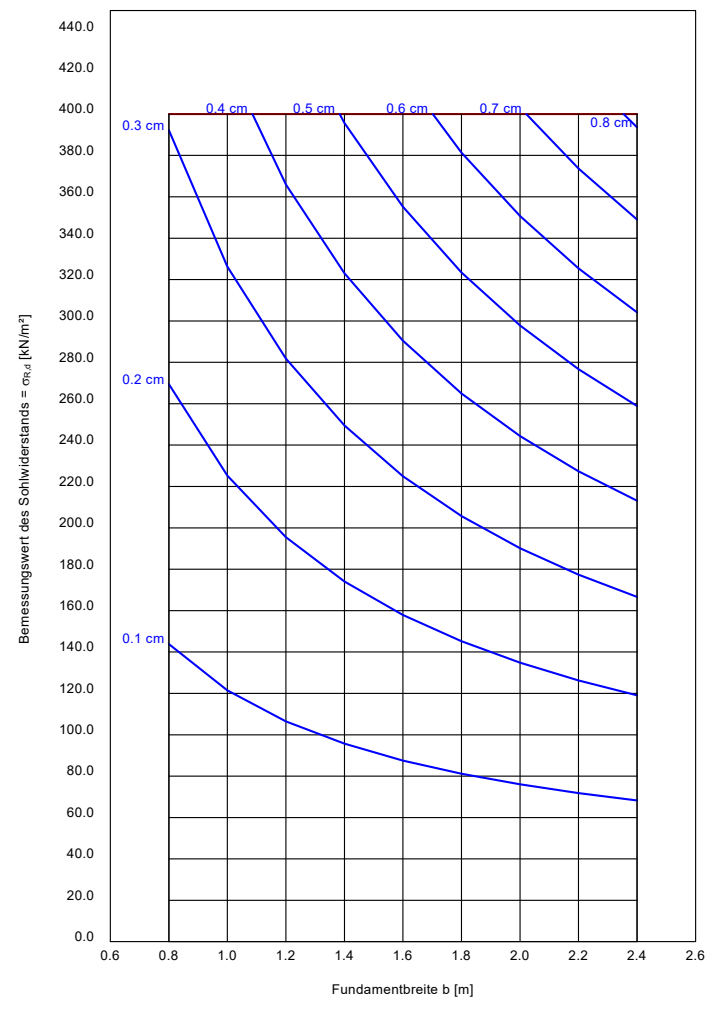
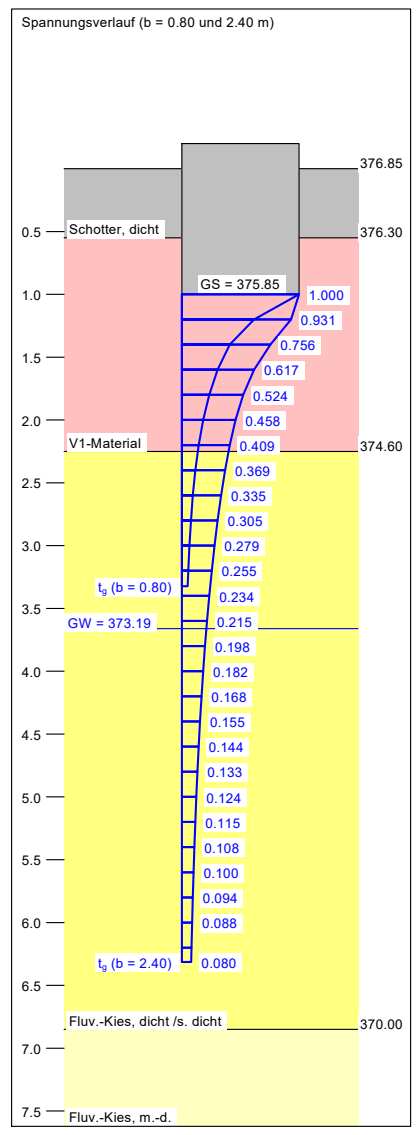
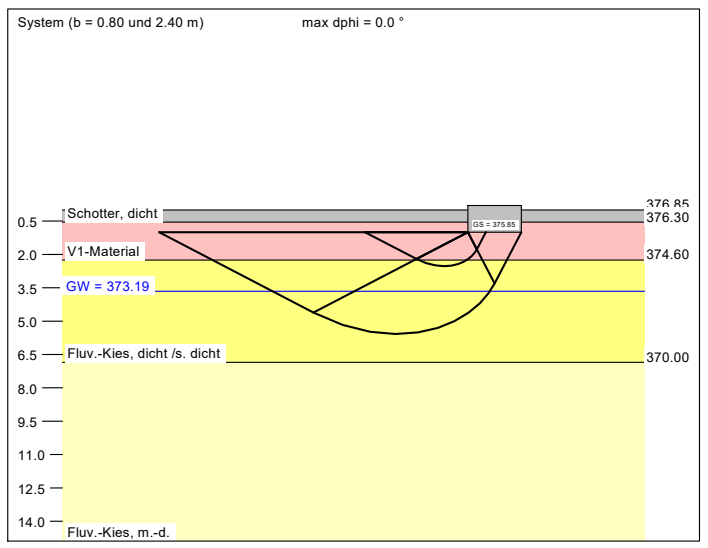
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
■	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
■	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
■	21.0	13.0	35.0	2.0	60.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht /s. dicht
■	19.0	11.0	32.5	0.0	35.0	0.00	Fluv.-Kies, m.-d.

# Gründung über Einzelfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 1)

Berechnungsgrundlagen:  
 PZ Weichering, 86706 Weichering  
 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

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 376.85 m NHN  
 Gründungssohle = 375.85 m NHN  
 Grundwasser = 373.19 m NHN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt







a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{G,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]
0.80	0.80	400.0	256.0	280.7	0.31	35.0	0.69	21.00	21.55	3.32	2.53	91.6
1.00	1.00	400.0	400.0	280.7	0.37	35.0	0.98	21.00	21.55	3.73	2.91	75.0
1.20	1.20	400.0	576.0	280.7	0.44	35.0	1.16	21.00	21.55	4.15	3.29	63.7
1.40	1.40	400.0	784.0	280.7	0.51	35.0	1.28	21.00	21.55	4.55	3.67	55.5
1.60	1.60	400.0	1024.0	280.7	0.57	35.0	1.37	20.64	21.55	4.93	4.05	49.3
1.80	1.80	400.0	1296.0	280.7	0.63	35.0	1.44	20.16	21.55	5.30	4.43	44.4
2.00	2.00	400.0	1600.0	280.7	0.69	35.0	1.49	19.70	21.55	5.65	4.82	40.4
2.20	2.20	400.0	1936.0	280.7	0.75	35.0	1.54	19.27	21.55	5.99	5.20	37.2
2.40	2.40	400.0	2304.0	280.7	0.81	35.0	1.58	18.88	21.55	6.31	5.58	34.5

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

## Bauteil Parkhaus: Einzelfundamente Gründung auf V1-Material über Fluviatilkies



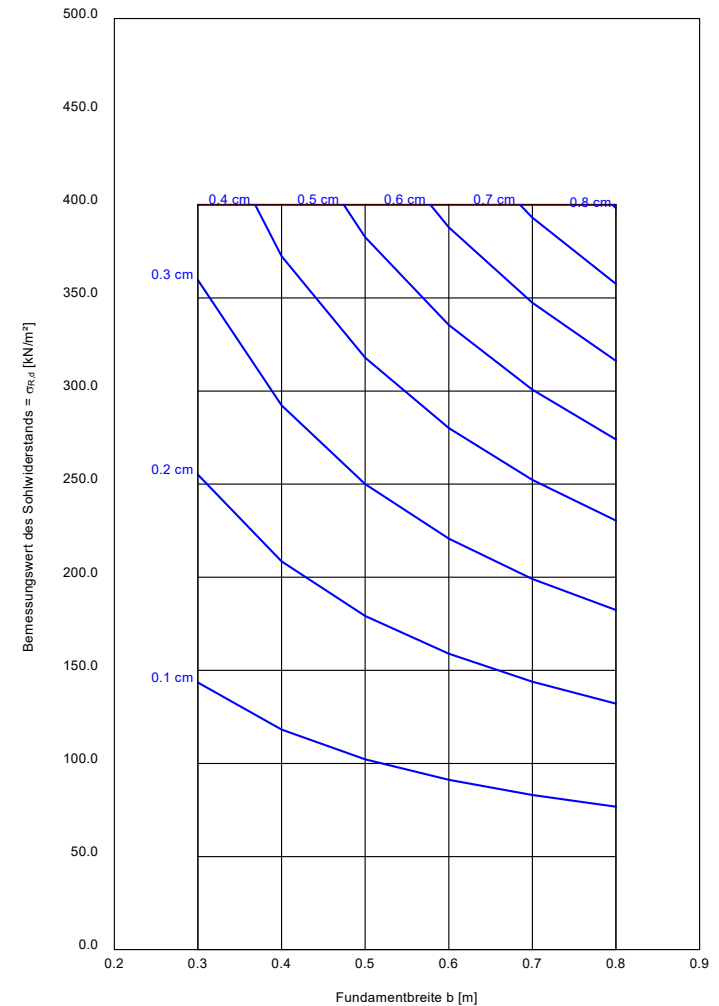
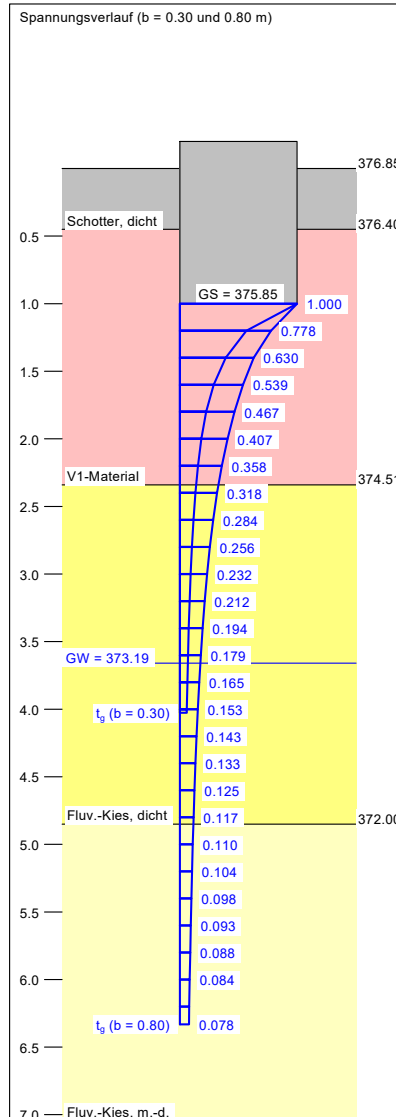
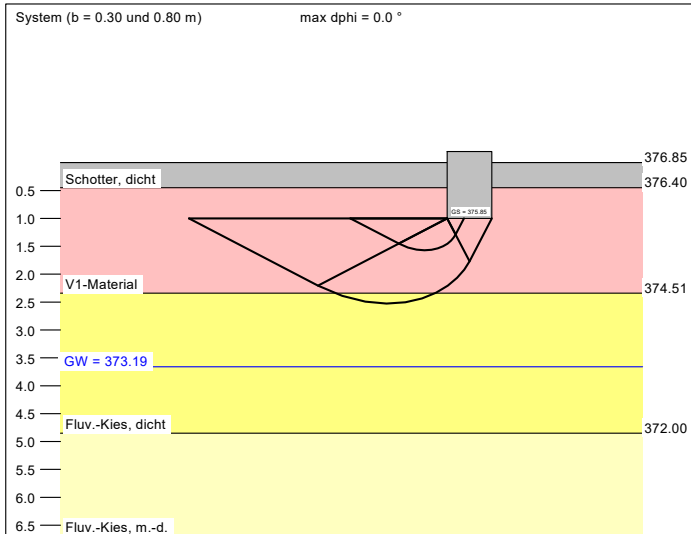
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht
	19.0	11.0	32.5	0.0	35.0	0.00	Fluv.-Kies, m.-d.

# Gründung über Streifenfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Streifenfundamente Übergabestation

Berechnungsgrundlagen:  
 PZ Weichering, 86706 Weichering  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 21.50 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500





$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 376.85 m NHN  
 Gründungssohle = 375.85 m NHN  
 Grundwasser = 373.19 m NHN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a	b	$\sigma_{R,d}$	R <sub>n,d</sub>	$\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_0$	t <sub>g</sub>	UK LS	k <sub>s</sub>
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[MN/m <sup>2</sup> ]
21.50	0.30	400.0	120.0	280.7	0.34	35.0	0.00	21.00	21.45	4.03	1.57	82.5
21.50	0.40	400.0	160.0	280.7	0.44	35.0	0.00	21.00	21.45	4.59	1.76	64.5
21.50	0.50	400.0	200.0	280.7	0.53	35.0	0.00	21.00	21.45	5.09	1.95	53.1
21.50	0.60	400.0	240.0	280.7	0.62	35.0	0.00	21.00	21.45	5.54	2.14	45.0
21.50	0.70	400.0	280.0	280.7	0.72	35.0	0.00	21.00	21.45	5.95	2.34	39.3
21.50	0.80	400.0	320.0	280.7	0.80	35.0	0.00	21.00	21.45	6.33	2.53	34.9

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

## Bauteil Übergabestation: Streifenfundamente Gründung auf V1-Material über Fluviatilkies

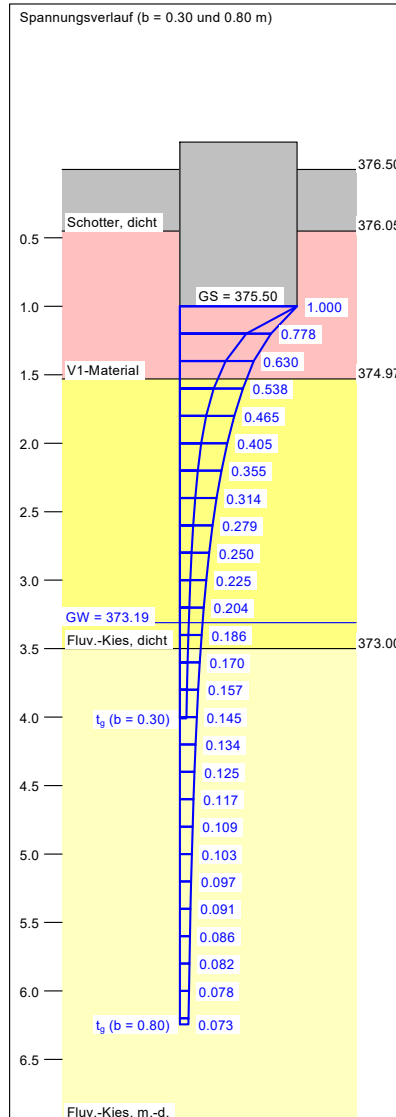
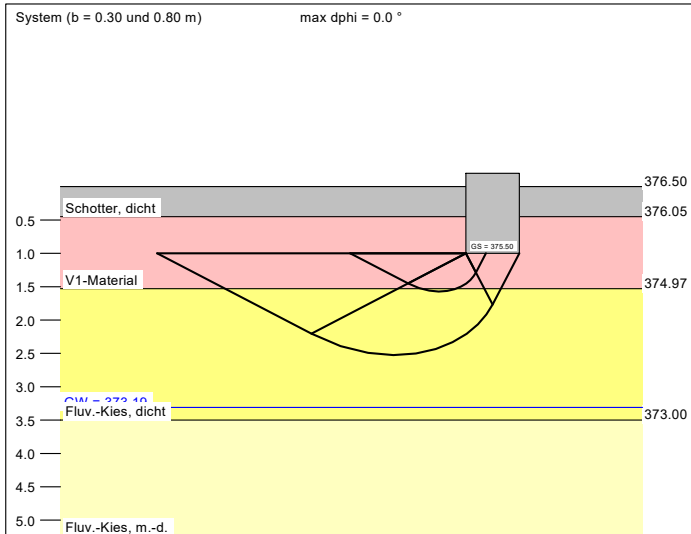
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht
	19.0	11.0	32.5	0.0	35.0	0.00	Fluv.-Kies, m.-d.

# Gründung über Streifenfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Streifenfundamente

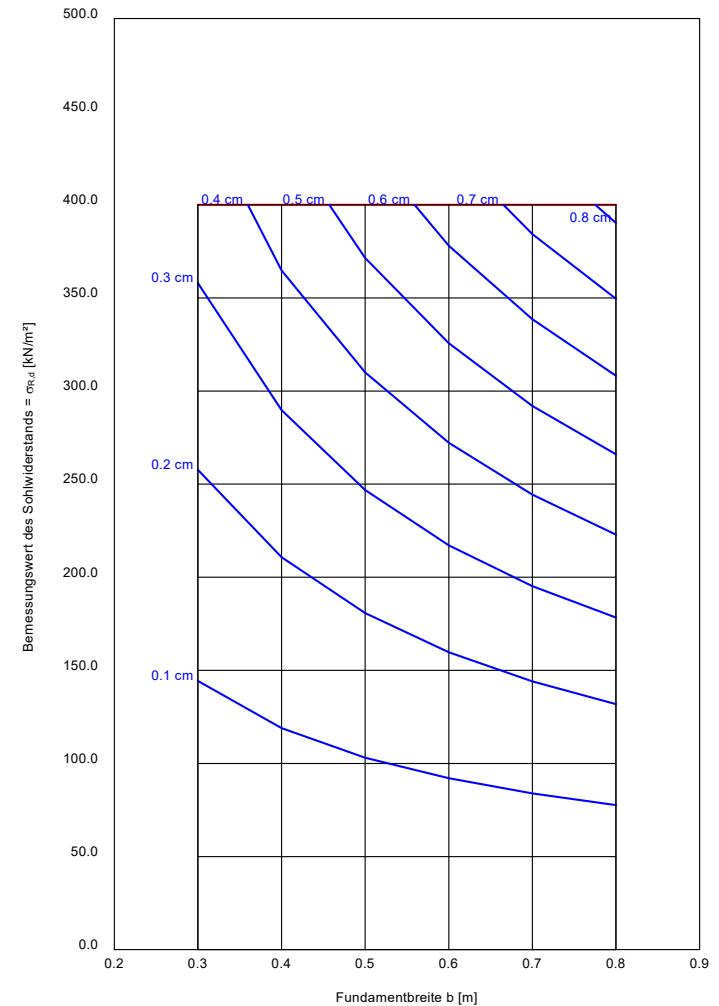
Berechnungsgrundlagen:  
 PZ Weichering, 86706 Weichering  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 16.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 376.50 m NHN  
 Grundwasser = 373.19 m NHN  
 Grenztiefe mit  $p = 20.0$  %  
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt







a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_0$	$t_g$	UK LS	$k_s$
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[MN/m <sup>2</sup> ]
16.00	0.30	400.0	120.0	280.7	0.34	35.0	0.00	21.00	21.45	4.01	1.57	81.5
16.00	0.40	400.0	160.0	280.7	0.45	35.0	0.00	21.00	21.45	4.57	1.76	62.6
16.00	0.50	400.0	200.0	280.7	0.55	35.0	0.00	21.00	21.45	5.05	1.95	51.3
16.00	0.60	400.0	240.0	280.7	0.64	35.0	0.00	21.00	21.45	5.48	2.14	43.7
16.00	0.70	400.0	280.0	280.7	0.73	35.0	0.00	21.00	21.45	5.88	2.34	38.2
16.00	0.80	400.0	320.0	280.7	0.82	35.0	0.00	21.00	21.45	6.24	2.53	34.1

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



Bauteil Technikzentrale: Streifenfundamente Gründung auf V1-Material über Fluviatilkies

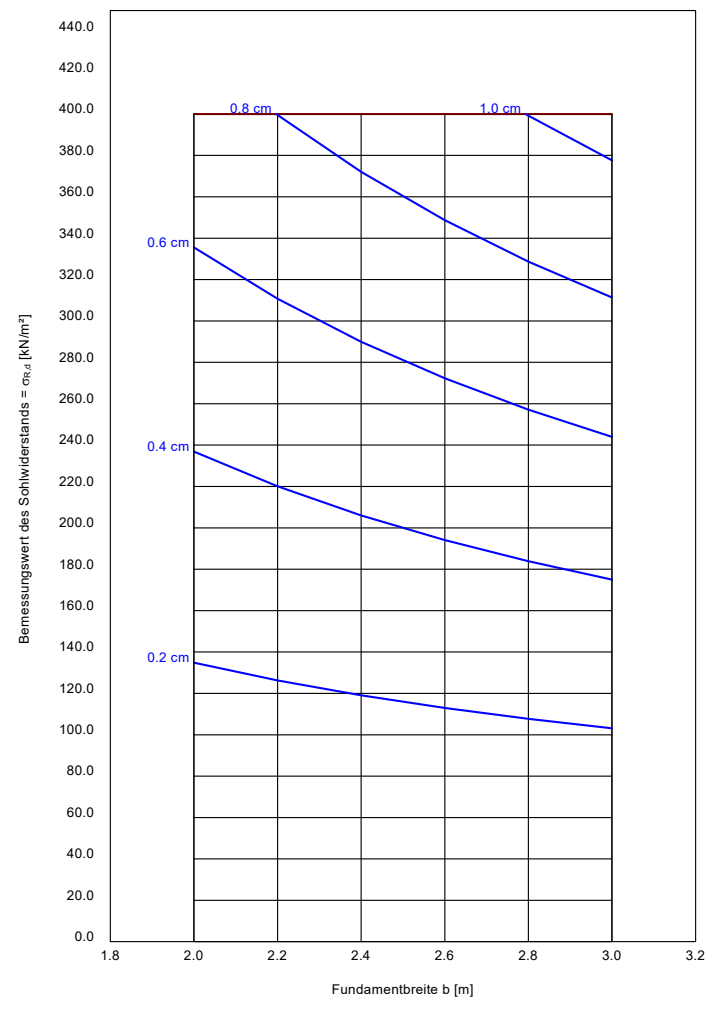
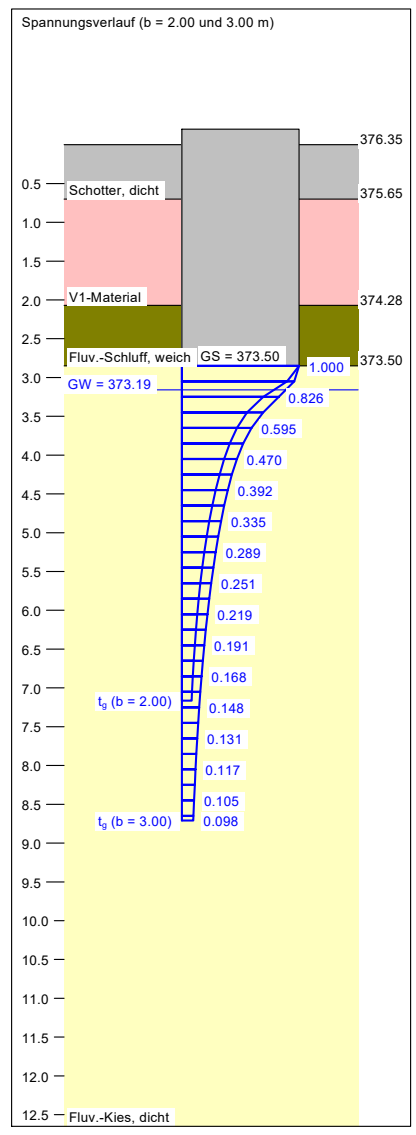
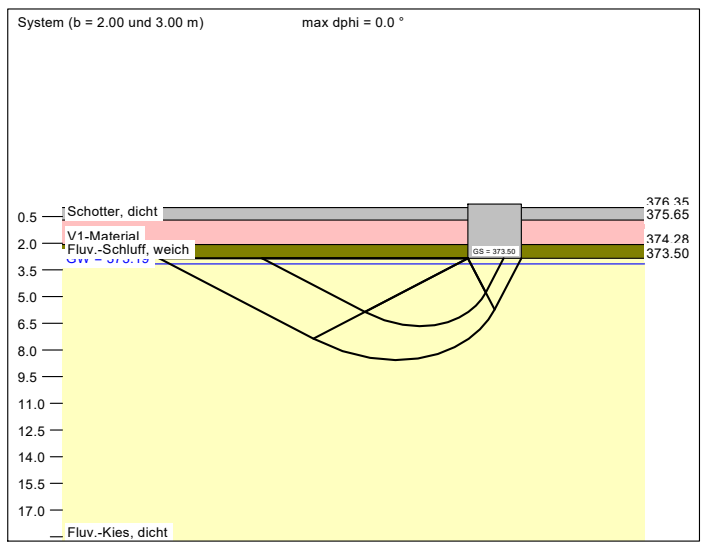
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
	18.0	8.0	25.0	0.0	3.0	0.00	Fluv.-Schluff, weich
	21.0	13.0	35.0	2.0	50.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht

# Gründung über Einzelfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 1)

Berechnungsgrundlagen:  
 PZ Weichering, 86706 Weichering  
 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




$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 376.35 m  
 Grundwasser = 373.19 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]
2.00	2.00	400.0	1600.0	280.7	0.73	35.0	2.00	14.00	58.21	7.16	6.67	38.3
2.20	2.20	400.0	1936.0	280.7	0.80	35.0	2.00	13.91	58.21	7.49	7.05	35.0
2.40	2.40	400.0	2304.0	280.7	0.87	35.0	2.00	13.84	58.21	7.81	7.43	32.3
2.60	2.60	400.0	2704.0	280.7	0.94	35.0	2.00	13.77	58.21	8.12	7.81	30.0
2.80	2.80	400.0	3136.0	280.7	1.00	35.0	2.00	13.72	58.21	8.42	8.19	28.0
3.00	3.00	400.0	3600.0	280.7	1.07	35.0	2.00	13.67	58.21	8.71	8.57	26.3

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

## Bauteil Frachthalle: Einzelfundamente Umfeld BS B28 Gründung mit Tieferführung

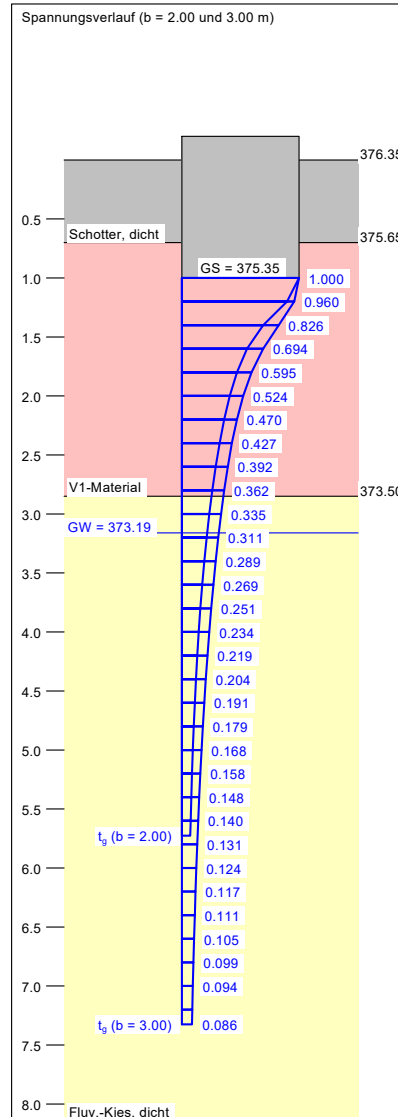
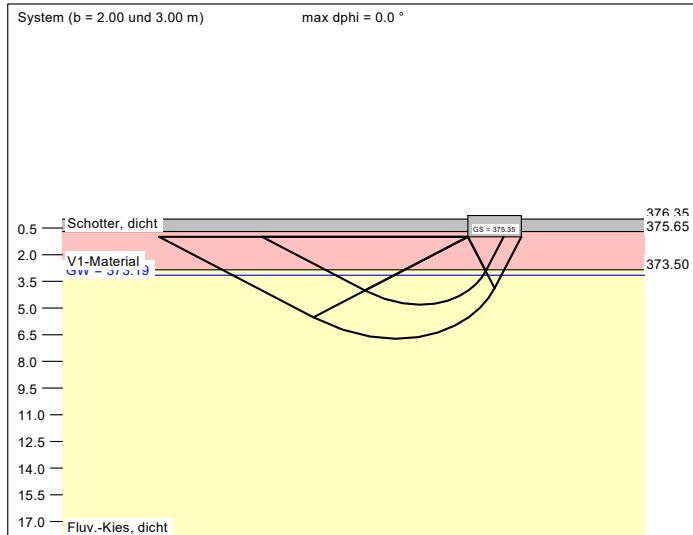
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
	21.0	13.0	35.0	2.0	50.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht

# Gründung über Einzelfundamente

KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 1)

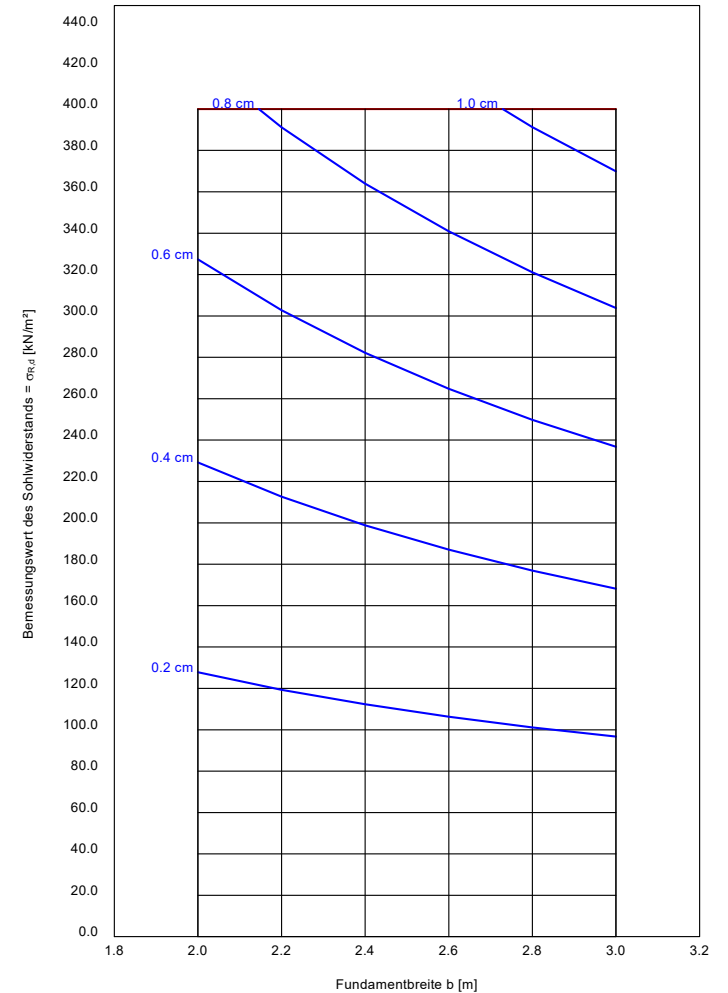
Berechnungsgrundlagen:  
 PZ Weichering, 86706 Weichering  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Einzelfundament (a/b = 1.00)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 400.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 376.35 m  
 Gründungssohle = 375.35 m  
 Grundwasser = 373.19 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]
2.00	2.00	400.0	1600.0	280.7	0.75	35.0	1.25	18.77	21.70	5.73	4.82	37.4
2.20	2.20	400.0	1936.0	280.7	0.82	35.0	1.32	18.36	21.70	6.07	5.20	34.2
2.40	2.40	400.0	2304.0	280.7	0.89	35.0	1.38	18.00	21.70	6.40	5.58	31.6
2.60	2.60	400.0	2704.0	280.7	0.96	35.0	1.42	17.68	21.70	6.71	5.96	29.3
2.80	2.80	400.0	3136.0	280.7	1.03	35.0	1.47	17.40	21.70	7.02	6.34	27.4
3.00	3.00	400.0	3600.0	280.7	1.09	35.0	1.50	17.16	21.70	7.32	6.72	25.7

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



Bauteil Frachthalle: Gründung auf V1-Material über Fluviatilkies - Einzelfundamente Umfeld BS B28 mit Bodenaustausch