

## GUTACHTEN

Projekt: Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering



- orientierende Baugrunderkundung / orientierende 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 52a

Lippstadt, den 01. März 2022

## - INHALTSVERZEICHNIS -

<b>1. AUFGABENSTELLUNG / VORGANG / LAGE</b>	<b>3</b>
<b>2. UNTERGRUNDERSCHLIEßUNG</b>	<b>7</b>
2.1 UNTERGRUNDSCHICHTUNG / GEOLOGIE	7
2.2 GRUNDWASSER / HYDROGEOLOGIE	10
2.3 VERSICKERUNGSVERSUCHE IM GELÄNDE	18
2.4 WASSERRECHTLICHE BEWERTUNG DES VERSICKERUNGSPOTENZIALS	20
2.5 HINWEISGEBUNGEN ZUR NIEDERSCHLAGSWASSERABFÜHRUNG	22
<b>3. CHEMISCHE UNTERSUCHUNG DES BODENS</b>	<b>24</b>
3.1 BEWERTUNG DER MISCHPROBE ´MP MUTTERBODEN´	25
3.2 BEWERTUNG DER MISCHPROBEN ´MP GEBÄUDE´, ETC.	27
<b>4. INGENIEURGEOLOGISCHE BAUGRUNDBEURTEILUNG</b>	<b>29</b>
4.1 BAUGRUNDBEURTEILENDE LABORVERSUCHE	29
4.2 BAUGRUNDBEURTEILENDE GELÄNDEVERSUCHE (DPL-5)	34
4.3 BODENMECHANISCHE KENNWERTE / BAUGRUNDBEURTEILUNG	35
4.4 BODENKLASSEN, HOMOGENBEREICHE, BODENGRUPPEN UND FROSTKLASSEN	37
FORTSETZUNG ERLÄUTERUNG TABELLE 12	40
4.5 HOMOGENBEREICHE GEM. VOB TEIL C	40
<b>5. HINWEISGEBUNG ZUR BAUDURCHFÜHRUNG</b>	<b>42</b>
5.1 ALLGEMEINE HINWEISGEBUNGEN	44
5.2 VERLEGUNG KREISSTRAßE	47
5.3 STELL- UND BEWEGUNGSFLÄCHEN (SCHWERVERKEHR)	51
5.4 ERRICHTUNG LÄRMSCHUTZWÄNDE	58
5.5 ERRICHTUNG PARKHAUS	65
5.5.1 ERRICHTUNG VON EINZELFUNDAMENTEN	67
5.5.2 VERKEHRSFLÄCHEN (ERDGELAGERTE PARKDECKS / RAMPEN)	69
5.6 HINWEISGEBUNG ZUR ERRICHTUNG PZ-GEBÄUDE	72
5.6.1 AUSGLEICH VON MASSENDEFIZITEN / BODENPLATTENERRICHTUNG	74
5.6.2 ERRICHTUNG VON EINZEL-FUNDAMENTEN	79
5.7 HINWEISGEBUNG ZUR ERRICHTUNG SPRINKLERZENTRALE	81
5.7.1 AUSGLEICH VON MASSENDEFIZITEN / BODENPLATTENERRICHTUNG	83
5.7.2 ERRICHTUNG VON STREIFEN-FUNDAMENTEN	86
5.8 HINWEISGEBUNG ZUR ERRICHTUNG VON KANÄLEN	88
<b>6. ANLAGEN</b>	<b>94</b>

## 1. Aufgabenstellung / Vorgang / Lage

In 86706 Weichering wird auf einem potentiellen Neubaugrundstück (Größe rund 15,1 ha) nördlich der Bundesstraße 'B 16' und etwa mittig der Kreisstraße 'ND 18' der Bau eines Postzentrums auf aktuell unbebauten bzw. mit o.g. Straße bebauten Grundstücken vorgesehen. Im Zuge der Maßnahme soll die Kreisstraße umgelegt werden.

Die DPDHL CREM GMBH (Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn) beauftragte für den u.g. Bauherrn auf Grundlage eines Angebotes vom 05.02.2021 das Fachbüro KLEEGRÄFE GEOTECHNIK GMBH (Holzstraße 212, 59556 Lippstadt) mit den Untersuchungen sowie der Erstellung des Gutachtens.

<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 erfolgten auf Grundlage des planerischerseits am 16.03.2021 zur Verfügung gestellten Übersichtslageplans (Maßstab 1:1.000; Stand 16.03.2021; **Planvariante 7b**). Am 17.03.2021 wurden einzelne Bohrpunkte aufgrund artenschutzrechtlicher Belange auf in Abstimmung mit der zuständigen Behörde verschoben.

Die orientierenden Hinweisgebungen berücksichtigen auch den planerischerseits am 10.11.2021 überstellten aktuellsten Lageplan (Vorabzug Gesamtlageplan Erschließungsanlagen; Maßstab 1:500; Stand 10.11.2021; **Planvariante 15b**).

Im Hinblick auf die versickerungstechnischen Fragestellungen werden ergänzend die nachfolgenden von Seiten des o.g. Planungsbüros am 31.01.2022 zur Verfügung gestellten Planunterlagen berücksichtigt:

- Regelquerschnitte 100er-/200er-/500er-Seite (Maßstab 1:50; Stand 24.01.2022)
- Längsschnitt 100er-/200er-Seite (Maßstab 1:500; Stand 24.01.2022)
- Längsschnitt 500er-/600er-Seite (Maßstab 1:500; Stand 24.01.2022)

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 9.1 ist eine Fotodokumentation zu entnehmen.

Voruntersuchungen: Mit Datum vom 03.02.2021 wurde vom IB KLEEGRÄFE eine Aktennotiz zur 'historischen Recherche' [1] vorgelegt. Der Vollständigkeit halber wird ein Teil der in [1] genannten Punkte mit aufgeführt.

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 als land-/forstwirtschaftlich genutzte Fläche dar.

Die Fläche wird durch geschotterte (Land-)Wirtschaftswege begrenzt. Nördlich begrenzt die DB-Bahnlinie 'Ingolstadt – Neuoffingen' an das Untersuchungsgebiet. In südlicher Richtung wird die Fläche durch die Bundesstraße 'B16' und in östlicher Richtung durch die Straße 'Am Wasserwerk' begrenzt. In westlicher Richtung schließt sich Waldgebiet (Biotop) an. Die nähere Umgebung wird durch Acker-, Wiesen- und Waldflächen geprägt.

Die Erschließung soll zukünftig aus westlicher bzw. südwestlicher Richtung über die (verlegte) Kreisstraße 'ND 18' erfolgen.

Gelände (04.10.- 08.10.2021)	- Rammkernsondierungen (Ø 60 - 50 mm)	33 Stück
	- Einmessung in Höhe und Lage	33 Stück
	- Rammsondierungen (DPL)	33 Stück
	- Versickerungsversuche im Gelände	5 Stück
Chemisches Labor	- Parameterumfang BBodSchV (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2)	1 Stück
	- Deklarationsanalyse gem. Eckpunktepapier Bayern	3 Stück
Boden- mechanisches Labor	- Korngrößenanalyse (DIN EN ISO 17892-4)	10 Stück
	- Wassergehaltsbestimmung (DIN EN ISO 17892-1)	10 Stück
	- Zustandsgrenzenbestimmung (DIN EN ISO 17892-12)	4 Stück
	- Glühverlustbestimmung (DIN 18 128)	4 Stück

**Tabelle 1:** Untersuchungsumfang

Vornutzung: Das untersuchte Grundstück wurde nach kartographischen Recherchen (BayernAtlas) lediglich als Landwirtschaftliche Fläche genutzt. Die das Areal durchquerende Kreisstraße, aber auch weitere Schotterwege, scheinen das Gebiet seit mind. 30 Jahren zu durchqueren. Bekannt ist AG-seits zudem, dass Senken im Boden in der Vergangenheit mit Schutt aufgefüllt wurden.

Altlasten: Eine Auskunft aus den Altlastenkataster ergab, dass die Fläche dort nicht ausgeführt ist.

geplante Nutzung: Die geplante Nutzung des Areals sieht ein Postzentrum der DPDHL CREM GMBH mit einer Gebäude-Fläche von ungefähr 51.000 m<sup>2</sup> und Stell- und Bewegungsflächen vor. Des Weiteren soll die das Areal durchquerende Kreisstraße 'ND 18' örtlich rückgebaut und in südlicher Richtung um das überplanten Areal verschwenkt werden.

Vorfluter: Der 'Schonreuter Kanal' verläuft unmittelbar westlich und nördlich des Untersuchungsgebietes mit ca. östlicher Entwässerungsrichtung. Unmittelbar nordöstlich des Untersuchungsgebietes verläuft ein teilweise verlandeter Altarm. 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. 1,5 m zwischen den Bohransatzpunkten festgestellt werden (+374,4/+375,9 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: Nach der Webanwendung des GFZ-Potsdams 'Erdbebenzonenabfrage' (<https://www.gfz-potsdam.de/din4149-erdbebenzonenabfrage>) ist das Arbeitsgebiet in einem Gebiet der Erdbebenzone 0 sowie zur 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.

Das Online-Fachinformationssystem 'UmweltAtlas - Angewandte Geologie' des Bayrischen 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 neue 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 Grundstück ist vom Online-Portal ‘DenkmalAtlas 2.0’ des Bayrischen Landesamtes für Denkmalpflege als Bodendenkmal ausgezeichnet und Gebiet der ‘Glockenbechergräber’ (Aktenummer: D-1-7233-0482, Siedlungen und Gräberfelder vor- und frühgeschichtlicher Zeitstellung). 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 hierdurch Stillstandszeiten einzukalkulieren.

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.**

## **2. Untergrunderschließung**

### **2.1 Untergrundschichtung / Geologie**

Die Bodenansprache erfolgte durch einen Dipl.-Geologen nach den entsprechenden DIN-Normen. Die Bohrungen wurden zu Schichtprofilen entwickelt und höhenmäßig zueinander in Beziehung gestellt (siehe Schnittdarstellung - Anlage 2.1 bis 2.6).

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

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 Blockkorngröße gerechnet werden (z.B. als grobstückiger Bauschutt oder grober Flussschotter).

BS	Ansatz	(Füll-) Mubo	Oberboden	Fluviatil-Schluff	Fluviatil-sand	Fluviatilkies	GW	DPL	ET
1	+374,95	-0,40	-	-	-	ab 0,40	GW bei 1,57 bzw. +373,38	X	6,00
2	+375,21	-0,20	-	-	-	ab 0,20	GW bei 1,40 bzw. +373,81	X	6,00
3	+375,74	-0,10	-	-	-	0,10-0,95 ab 0,95	BLZ 2,25	X	2,65*
4	+375,35	-	-0,55	0,55-3,00	3,00-4,10	ab 4,10	GW bei 2,05 bzw. +373,30	X	6,00
5	+375,27	-	-0,20	0,20-0,50	-	ab 0,50	BLZ 1,40 = +373,87	X	6,00
6	+374,70	-0,50	-	-	0,50-1,00	ab 1,00	BLZ 1,85 = +372,85	X	8,00
7	+375,32	-0,50	-	-	1,75-2,10	0,50-1,75 ab 2,10	BLZ 1,57	X	6,00
8	+375,15	-0,30	-	-	0,90-1,20	0,30-0,90 ab 1,20	BLZ 1,52	X	6,00
9	+375,17	-0,40	-	-	-	ab 0,40	GW bei 1,85 bzw. +373,32	X	6,00
10	+375,18	-0,40	-	-	ab 7,60	0,40-7,60	BLZ 1,55 = +373,63	X	8,00
11	+375,06	-0,30	-	-	-	ab 0,30	GW bei 1,70 bzw. +373,36	X	2,90*
12	+375,03	-0,30	-	-	-	ab 0,30	GW bei 1,80 bzw. +373,23	X	2,40*
13	+375,34	-0,50	-	-	-	ab 0,50	BLZ 1,20	X	1,70*
14	+374,85	-0,60	-	ab 7,70	0,60-1,35	1,35-7,70	GW bei 1,60 bzw. +373,25	X	8,00
15	+375,17	-0,75	-	-	0,75-0,95	ab 0,95	BLZ 1,55	X	8,00
16	+375,54	-0,70	-	-	-	ab 0,70	BLZ 1,60	X	6,00
17	374,79	-0,60	-	-	0,60-1,15	ab 1,15	BLZ 1,42	X	6,00

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

braun = organische Anteile; Mubo = Mutterboden

\* = kein weiterer Bohrfortschritt

BS	Ansatz	(Füll-) Mubo	Oberboden	Fluviatil-Schluff	Fluviatil-sand	Fluviatilkies	GW	DPL	ET
18	+374,43	-0,60	-	0,60-0,90	-	ab 0,90	GW bei 0,81 bzw. +373,62	X	6,00
19	+374,41	-0,30	-	-	0,30-3,85	ab 3,85	GW bei 1,25 bzw. +373,16	X	6,00
20	+374,88	-0,40	-	0,40-1,30 1,30-2,35 (Ton)	-	ab 2,35	GW bei 1,15 bzw. +373,73	X	6,00
21	+375,16	-0,50	-	-	-	ab 0,50	BLZ 1,79	X	2,10*
22	+374,95	-0,70	-	-	-	ab 0,70	GW bei 1,61 bzw. +373,34	X	6,00
23	+374,46	-0,80	-	-	-	ab 0,80	BLZ 1,10 = +373,36	X	6,00
24	+374,75	-0,30	-	-	-	ab 0,30	BLZ 1,43	X	2,00*
25	+374,84	-0,60	-	-	0,60-0,80	ab 0,80	BLZ 1,40 = +373,44	X	6,00
26	+375,18	-0,60	-	-	-	ab 0,60	BLZ 1,25	X	6,00
27	+375,11	-0,30	-	-	4,30-5,15	0,30-4,30 ab 5,15	BLZ 1,67 = +373,44	X	6,00
28	+375,33	-0,50	-	-	-	ab 0,50	BLZ 1,45	X	6,00
29	+375,31	-0,40	-	-	2,10-2,60	0,40-2,10 ab 2,60	BLZ 1,65	X	6,00
30	+375,91	-0,80 (Kies)	-	0,80-4,05 4,05-4,65 (Torf) 4,65-5,60	-	ab 5,60	GW bei 2,20 bzw. +373,71	X	6,00
31	+375,17	-	-0,50	0,50-3,00	3,00-3,95	ab 3,95	GW bei 1,95 bzw. +373,22	X	6,00
32	+375,13	-0,40	-	0,40-0,60	-	ab 0,60	BLZ 1,65 = +373,48	X	6,00
33	+374,95	-0,50	-	-	2,25-2,35	0,50-2,25 ab 2,35	GW bei 1,95 bzw. +373,00	X	6,00

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

braun = organische Anteile; Mubo = Mutterboden

\* = kein weiterer Bohrfortschritt

Geologie: Die Kartengrundlage 'Bodenschätzung' der Web-GIS-Anwendung *UmweltAtlas* gibt für das untersuchte Grundstück 'mitteldicht bis dicht gelagerte nichtbindige Lockergesteine' sowie 'fast ausschließlich Braunerde und Parabraunerde aus kiesführendem Lehm (Deckschicht oder Verwitterungslehm) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter)' als Hauptbodentyp 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.

Zuoberst steht ein durch menschliche Einflüsse umgelagerter Mutterboden/Oberboden ('Ackerkrume' oder 'Waldboden') an, der ins 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 glazi-fluviatilen Ablagerungen. Hierbei handelt es sich um einen pleistozänen Spätglazialterrasse (spätwürmzeitliche Schmelzwasserschotter).

Es ist zu vermuten, dass aufgrund der relativ häufig aufgetretenen Bohrabbrüche (kein weiterer Bohrfortschritt) ein erhöhter Grobkornanteil (Material in Stein- und ggf. Blockkorngröße) innerhalb der Schmelzwasserschotter vorliegt.

## 2.2 Grundwasser / Hydrogeologie

Bei den angetroffenen Nässeverhältnissen handelt es sich um eine zeitliche Momentaufnahme. Langfristige Messdaten liegen nicht vor. Die Bohrarbeiten wurden in einer niederschlagsmäßig 'normalen' Herbstperiode 2021 durchgeführt. Die angetroffenen Feuchtezustände stellen daher keinesfalls Hoch- oder Maximalstände dar. In niederschlagsintensiveren Perioden ist mit höheren Bodenfeuchten bzw. höheren Grundwasserständen zu rechnen.

Geländebefunde (Bohrungen): In einem Teil der Bohrungen konnte Grundwasser bzw. 'zusammenhängende Untergrundfeuchte' direkt angetroffen werden.

In einem anderen Teil der Bohrungen erfolgte nach Sondenziehung ein Bohrlochzusammenfall. Bei den angesprochenen Bodenarten und der Bodenfeuchte ist erfahrungsgemäß nur teilweise davon auszugehen, dass die Höhe des Zusammenfalls in etwa mit dem Grundwasserspiegel korrespondiert.

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

zurückzuführen ist. Erfolgt demgegenüber ein Zusammenfall in etwa der Höhe des Grundwasserstandes und 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 und 2b wurden die 'passenden' NHN-Höhen für die Zusammenfälle ergänzt.

**Es ergeben sich für den Untersuchungszeitraum 04.-08.10.2021 Flurabstände von 0,81-2,05 m u.GOK, was einem mittleren Grundwasser-Flurabstand von ca. 1,60 m u.GOK und einer mittleren Höhenkote von etwa +373,40 m NHN entspricht.**

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

Stauäsepotenzial: Auf den schluffigen (Füll-)Oberböden und den, nur im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes, 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.

Es wird davon ausgegangen, dass lokal '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 BS 4, BS 30 und BS 31).

Behördliche Angaben (Hochwasser): Laut der Onlienanwendung '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.

Vorfluter: Der ‘Schonreuter Kanal’ verläuft unmittelbar westlich und nördlich des Untersuchungsgebietes mit ca. 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.

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 durchweg Wasserstände von +373,24 mNN bis + 373,25 mNN auf (Entfernung ca. 1,4 km in südöstlicher Richtung). Als Hochstand wurde der Wasserstand vom 10.03.2006 aufgeführt (+374,51 mNN). Hinweis: Aktuelle gemittelte GOK im Arbeitsgebiet (ohne Aufhöhungen Straßendamm): ca. +375,08 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.

Grundwassermessstellen / Pegel: Grundwassermessstellen (Pegel) wurden durch das IB KLEEGRÄFE aktuell nicht errichtet. In einer Entfernung von mindestens 900 m südsüdwestlich der aktuell untersuchten Fläche 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 (2000 – 2020). Der Datensatz umfasst damit 7.554 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: +373,46 mNN = 2,81 m u.GOK
- Maximalwert: +375,09 mNN = 1,18 m u.GOK (14.01.2011)
- MHGW: +374,62 mNN = 1,65 m u.GOK (2000 - 2020)
- mittleres GW: +373,78 mNN = 2,49 m u.GOK (04.-08.10.2021)

**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.**

In Bezug auf die als 'Stichtagsmessung' im Zeitraum vom 04.-08.10.2021 ermittelten Grundwasser-Flurabstände kann auf Grundlage der Werte für das versickerungsrelevante 'mittlere höchste Grundwasser' ein Aufschlag von rund 0,9 – 1,0 m angenommen werden. Für den hinsichtlich der Themen 'Auftrieb' und Abdichtung relevanten höchsten Grundwasserstand sollte hingegen ein Aufschlag von rund 1,3 – 1,4 m angenommen werden.

**Bemessungswasserstände: Für das vorliegende Projekt ist die Angabe eines einzelnen Bemessungswasserstandes weder zielführend und noch ausreichend.**

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 1,6 m u.GOK.**

**Für das aktuelle Projekt wird daher ein additiver Zuschlag von rund 1,0 m (für den MHGW) auf die ermittelten GW-Flurabstände angenommen (Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub> = 0,6 m unter aktueller GOK).**

Bemessungswasserstand in Bezug auf 'echtes' Grundwasser: Daneben ist es möglich 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.

**Für das aktuelle Projekt wird daher ein additiver Zuschlag von rund 1,4 m (für Auftrieb und Abdichtung) auf die ermittelten GW-Flurabstände angenommen (Bemessungswasserstand<sub>Grundwasser</sub> = 0,2 m unter aktueller GOK).**

Bemessungswasserstand in Bezug auf Stau-/Schichtwasser: Da lokal bindige Böden bis zur aktuellen Geländeoberkante vorliegen können (z.B. Umfeld BS 4, BS 20 , BS 31) 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> = mittlere aktuelle örtliche GOK).

Damit ergibt sich für die unterschiedlichen geotechnischen Fragestellungen, bei einem mittleren Grundwasser-Flurabstand im Untersuchungsgebiet (Zeitraum 04.-08.10.2021 von rund 1,6 m u.GOK folgende Dreiteilung der Bemessungswasserstände:

<b>Bemessungswasserstand</b> <sub>Versickerung</sub>	<b>0,6 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand</b> <sub>Grundwasser</sub>	<b>0,2 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand</b> <sub>Stauwasser</sub>	<b>aktuelle GOK</b>

Auf Grundlage der im Rahmen der orientierenden Baugrunderkundung bislang durchgeführten Aufschlüsse soll nachfolgend eine erste räumliche Differenzierung der Bemessungswasserstände vorgenommen werden. Diese ist bei fortschreitender Planung maßnahmenfortlaufend zu prüfen.

Versickerungsanlage Parkhaus (Umfeld BS 1 und BS 3): Die vorliegende GOK weist hier recht unterschiedliche Höhen auf, die von +375,74 m NHN (BS 3) bis +374,95 m NHN (BS 1) variieren. Im Bereich der BS 1 wurde Grundwasser lokal bei 1,57 m u.GOK bzw. +373,38 m NHN angetroffen. Unter Berücksichtigung der 'unpassenden' Bodenfeuchte im Hinblick auf den Bohrlochzusammenfall in der BS 3 bei 2,25 m u.GOK (= +373,49 m NHN), um den lokal ungünstigen Fall darzustellen, ergibt sich 'auf der sicheren Seite liegend' eine mittlere örtliche Höhenkote von +373,44 m NHN.

Nach Berücksichtigung des additiven Aufschlags von 1 m für den MHGW kann somit ein versickerungsrelevanter örtlicher Bemessungswasserstand von ca. +374,4 m NHN bis ca. +374,5 m NHN angegeben werden, der hinsichtlich der weiteren Planungen zu berücksichtigen ist.

Da im Umfeld des Parkhauses vermutlich eine Anhebung des Geländes bis auf das Niveau der Ab-/Zufahrtsarme des geplanten Kreisverkehrs erfolgen wird, ergeben sich hier vermutlich Abstände von (zukünftiger) GOK bis in Höhe des (versickerungsrelevanten) Bemessungswasserstandes von ca.  $\geq 1,2 - 1,5$  m, die versickerungstechnisch genutzt werden können.

Im Vorgriff auf die Ergebnisse des Kapitels 2.5 kann hier ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \times 10^{-5}$  m/s für die planerische Dimensionierung von Versickerungsanlagen angesetzt werden.

östliche Versickerungsanlage(n) (Umfeld BS 11, BS 12 und BS 16): Die vorliegende GOK weist hier geringere Höhenunterschiede auf, die von +375,54 m NHN (BS 16) bis +375,03 m NHN (BS 12) variieren. Im Bereich der BS 11 wurde Grundwasser lokal bei 1,70 m u.GOK bzw. +373,36 m NHN angetroffen. In der BS 12 konnte Grundwasser bei 1,80 m u.GOK bzw. +373,23 m NHN erbohrt. Der Bohrlochzusammenfall der BS 16 wird nicht berücksichtigt. Es ergibt sich eine mittlere örtliche Höhenkote von +373,30 m NHN.

Nach Berücksichtigung des additiven Aufschlags von 1 m für den MHGW kann somit ein versickerungsrelevanter örtlicher Bemessungswasserstand von ca. +374,3 m NHN bis ca. +374,4 m NHN angegeben werden. Letztgenannter Stand sollte hinsichtlich der weiteren Planungen berücksichtigt werden.

Die zukünftige Geländegestaltung im östlichen Grundstücksbereich sollte im Hinblick auf den einzuhaltenden Mindestabstand (UK Versickerungsanlage – MHGW) erfolgen und mit der zuständigen Behörde detailabgestimmt werden.

Im Vorgriff auf die Ergebnisse des Kapitels 2.5 kann hier ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \times 10^{-5}$  m/s für die planerische Dimensionierung von Versickerungsanlagen angesetzt werden.

**Hydrogeologisches Fazit:** Für die unterschiedlichen geotechnischen Fragestellungen (Versickerung, Gebäudeabdichtung, Auftrieb), ergeben sich bei einem mittleren Grundwasser-Flurabstand im Untersuchungsgebiet (Zeitraum 04.-08.10.2021 von rund 1,6 m u.GOK folgende Bemessungswasserstände:

Bemessungswasserstand <sub>Versickerung</sub>	0,6 m u.GOK
Bemessungswasserstand <sub>Grundwasser</sub>	0,2 m u.GOK
Bemessungswasserstand <sub>Stauwasser</sub>	aktuelle GOK

Je nach Lage der geplanten Versickerungsanlagen sind Höhenkoten des bemessungsrelevanten MHGW zwischen +374,4 m NHN / +374,5 m NHN (Umfeld Versickerungsanlage Parkhaus) und +374,4 m NHN (Umfeld Versickerungsanlage östlicher Grundstücksbereich) anzusetzen

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

Die Bodenplatte ist, abhängig von der tatsächlich herzustellenden Geländehöhe und dem verwendeten Aufhöhungsmaterial, gemäß DIN 18533 abzudichten. Für unterhalb des jeweils ungünstigsten Bemessungswasserstandes gründende Bauteile ist der Faktor 'Auftrieb' entsprechend zu beachten.

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 .....  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$

- Fluviatilschluff:

Schluff, tonig, sandig + Schluff-Ton-Gemische, sandig, organ. Anteile .....  $10^{-7}$  -  $10^{-9}$

- Terrassenkies (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 Versickerungsversuche im Gelände

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

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 2010R (Version 3.2.3) 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 zehn Korngrößenanalysen durchgeführt (6 x Siebanalyse, 4 x Sieb-/Sedimentationsanalyse), wobei zum einen der gründungs- und versickerungsrelevante Kies und zum anderen der Fluviatilschluff untersucht wurden. In den Anlagen 3.1-3.4 sind die ermittelten Kornverteilungen als Kornsummenkurven graphisch dargestellt. Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der Tabelle 8 aufgeführt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass der Untergrund von einem nicht bindigen, (stark) sandigen Terrassenkies deutlicher Durchlässigkeit geprägt wird ('Leiter'). Lokal, d.h. insbesondere im westlichen Teil des Areals, steht ein Fluviatilschluff an, der deutlich geringere Durchlässigkeiten aufweist ('Stauer').

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

- Terrassenkies:  $k_f (>) > 1 \cdot 10^{-4}$  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: 'stark durchlässig'). Es existiert kein relevantes Staunässepotenzial. Einstufung: 'Leiter'
- Fluviatilschluff:  $k_f \sim 10^{-6}$  m/s bis  $k_f < 1 \cdot 10^{-8}$  m/s (DIN 18 130: 'durchlässig' bis 'sehr gering durchlässig'). Es existiert weitgehend ein ausgeprägtes, hohes Staunässepotenzial. Einstufung: 'Nichtleiter / Stauer'

Die untersuchten Kiese und Sande weisen kein relevantes Staunässepotenzial auf und besitzen somit eine materialspezifische Versickerungseignung. Der untersuchte Auenlehm / organ. Schluff besitzt ein ausgeprägtes Staunässepotenzial und weist keine Versickerungseignung auf.

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 3 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 3 sind die Ergebnisse der Versickerungsversuche dargestellt.

Bohrung	Vers. Nr.	kf m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 1	1	4,68E-04	Grundwasser bei 1,57 m u.GOK Fluviatilkies; 1,00 - 1,57 m u.GOK
	2	4,86E-04	
BS 11	1	2,78E-04	Grundwasser bei 1,70 m u.GOK Fluviatilkies; 1,00 - 1,70 m u.GOK
	2	1,61E-04	
BS 14	1	4,63E-04	Grundwasser bei 1,60 m u.GOK Fluviatilsand + Fluviatilkies; 1,00 - 1,60 m u.GOK
	2	4,63E-04	
BS 17	1	1,37E-04	kein Grundwasser bis 1,42 m u.GOK (BLZ) Fluviatilsand + Fluviatilkies; 1,00 - 1,42 m u.GOK
	2	1,32E-04	
BS 19	1	2,72E-04	Grundwasser bei 1,25 m u.GOK Fluviatilsand; 1,00 - 1,25 m u.GOK
	2	2,48E-04	

**Tabelle 3:** 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.

## 2.4 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: Die gegenüber den Korngrößenanalysen nochmals aussagekräftigeren Versickerungsversuche belegen für die herangezogenen Profilbereiche überwiegend Durchlässigkeiten im Bereich von  $k_f > 1,0 \cdot 10^{-4}$  m/s (DIN 18 130: ´stark durchlässig´).

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

Es konnte eine gute Übereinstimmung von labortechnisch ermittelten theoretischen Durchlässigkeiten und praktisch ermittelten Durchlässigkeiten in Gelände erzielt werden.

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.

Grundwasser wurde an den Untersuchungstagen (04.10. - 08.10.2021) bei im Mittel 1,60 m u.GOK angetroffen (im Mittel =+373,40 m NHN).

**Der mittlere höchste Grundwasserstand als relevanter 'Bemessungswasserstand' zur Bestimmung des Mindestabstandes von Versickerungsanlagen zum Grundwasser kann zum aktuellen Kenntnisstand in der Größenordnung von 0,6 m u.GOK angegeben werden.**

Vorgenannter Mindestabstand kann somit – bei 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.

Anmerkung zu einer Anhebung des Geländes: Aufgrund der erheblichen herzustellenden 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 (• ausreichender Versickerungsleistung der anstehenden Böden, aber • oberflächennaher Grundwasserspiegel; Bemessungswasserstand<sub>Versickerung</sub> = 0,6 m unter aktueller örtlicher Geländeoberkante) ist aus gutachterlicher Sicht eine zentrale Versickerung der anfallenden Wasser der Dachflächen sowie von Stell-/Bewegungsflächen nicht ohne eine deutliche Grundstücksaufhöhung möglich bzw. wasserrechtlich aktuell nicht zulässig.

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

## 2.5 Hinweisgebungen zur Niederschlagswasserabführung

Anhand der Ergebnisse der im Gelände mittels der Auffüllversuche gewonnenen Durchlässigkeiten zeigt sich eine **ausreichende Versickerungseignung der untersuchten Grundstücksbereiche**.

Vorflutereingabe: Die vorhandene und wasserrechtlich grundsätzlich gleichberechtigte Vorflutereingabe wird an dieser Stell zunächst nicht weiter betrachtet.

Abstände: Die zu errichtende Versickerungsanlage sollte einen Sicherheitsabstand von mindestens 3 m zu nichtunterkellerten und 6 m zu unterkellerten Bauwerken/Gebäudeteilen einhalten, sofern diese nicht über entsprechende Abdichtungen verfügen sollten.

Versickerungsanlagen müssen des Weiteren einen Mindestabstand von 2 m zu Grundstücksgrenzen einhalten.

Versickerung: Es darf ausschließlich der Fluviatilkies (Terrassenkies) 'flächig' als Versickerungsmedium herangezogen werden. Es kann ein Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 5 \cdot 10^{-5}$  m/s angesetzt werden. Dieser beinhaltet einen deutlichen Abschlag zu den versuchstechnisch ermittelten Werten und ist daher dazu geeignet langfristige Verschlechterungen der Versickerungsleistung und Materialinhomogenitäten ausreichend zu berücksichtigen. Er liegt damit 'auf der sicheren Seite'

Hinweise zum Bodenaustausch: Eine Versickerung der anfallenden Niederschlagswässer ist nur innerhalb der Fluviatilkiese zulässig. Sehr wichtig ist, dass im Bereich der geplanten Versickerungsmulde(n) potenzielle Oberböden, Auffüllungen, bindige Böden und +/- verlehnte Sande entfernt werden. Das Aufbauplanum muss im Muldenbereich zzgl. Überstand einen lehmfreien Kies aufzeigen.

Eingebaut werden darf im Versickerungs-/Muldenbereich inklusiv eines Überstandes ausschließlich ein wasserwirtschaftlich unbedenklicher, geogener, lehmfreier und organikfreier Kies (oder Sand) in einer ausreichenden Durchlässigkeit. Der Sand muss locker eingeschoben werden und darf lediglich mit der Baggerschaufel leicht 'angedrückt' werden.

**Die Durchlässigkeit des zum Einbau vorgesehenen Materials muss gutachterlich vorab und chargenweise abgenommen werden. Der Einbau eines geeigneten Materials ist gutachterlich fortlaufend zu begleiten. Es darf keinesfalls bindiges oder verlehmt Material eingebaut werden.**

**Abnahme/Kontrolle der Durchlässigkeiten: Notwendig ist die sorgfältige ingenieurgeologische Abnahme der Muldensohle nach Aushub zwecks Überprüfung der tatsächlichen Positionierung innerhalb des Fluviatilkieses. Des Weiteren sind die Grundwassersituation und die Versickerungsleistung zu überprüfen und gegebenenfalls eine Maßnahmenanpassung durchzuführen.**

'belebte Bodenzone': Die Mulden müssen mit 'belebten Bodenzone' ausgestattet werden. Diese sitzt dem geogenen Fluviatilkies bzw. ggf. einem Austauschmaterial auf. Die 'belebte Bodenzone' muss aus einem gut durchlässigen Sand bestehen. Die Durchlässigkeit dieses humifizierten Sandes muss deutlich  $> 5 \cdot 10^{-5}$  m/s im eingebauten Zustand betragen.

Details Mulde: Die Böschungsneigung der Mulde darf einen Winkel von  $26^\circ$  (1:2) nicht überschreiten. Die Mulden können hinsichtlich der Formgebung bei Beachtung der notwendigen Versickerungsfläche frei gewählt werden. Hinzuweisen ist auf die Notwendigkeit von Pflegearbeiten hinsichtlich einer Funktions-Aufrechterhaltung:

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

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

Zulauf: Der Zulauf sollte oberirdisch in offenen Zuleitungsrinnen erfolgen, da ansonsten die hydraulische Muldeneinleitung durch unterirdische Rohre bei Beachtung der Frostsicherheit und der notwendigen Sickerraumhöhe nicht möglich ist. Örtlich kann die Hebung von Wässern erforderlich werden, um einen hydraulischen Zulauf zu ermöglichen.

### 3. Chemische Untersuchung des Bodens

Das bei der Maßnahme anfallende Boden-Aushubmaterial wurde hinsichtlich seiner umweltrelevanten Wiedereinbauzulässigkeit untersucht und bewertet.

**Methodik / Parameterumfang / Auffälligkeiten:** Bei der Bodenansprache des Bohrgutes wurden innerhalb der Füllböden ausschließlich +/- unauffälliger Bauschutt (Ziegelbruch) und Natursteinabraum (Schotter, Kiesel) erkannt. Es wird daher davon ausgegangen, dass es sich um eine unbelastete Fläche handelt.

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

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).
- *Bundesbodenschutzgesetz* (BBODSCHG, März 1999ff) / die *Bundesbodenschutzverordnung* (BBODSCHV; März 1999ff)

Die Parameterauswahl (siehe Tabelle 4) erfolgte unter wiederverwendungstechnischen Gesichtspunkten. Hierbei wurden Einzelproben aus den Bohrungen je nach Lage in den Baufeldern zu Mischproben zusammengefasst.

Hierbei handelt es sich stets um Material, welches bei der Neuerrichtung der Flächen - zumindest in Teilbereichen - abgeschoben bzw. aufgenommen werden muss.

Die Proben entstammen den nachfolgend aufgeführten **materialspezifischen** Bereichen:

Mischprobe	Auffüllung	Geogenboden
MP Gebäude	-	X
MP westl. Baufeld	(X)	X
MP östl. Baufeld	-	X
MP Mutterboden	X	X

**Tabelle 4:** Zusammenstellung der materialspezifischen Entnahmebereiche

Feststoffanalysen (Boden)	
<p>jeweils - Parameterumfang <b>Eckpunktepapier Bayern, Feststoff + Eluat</b></p>	<p><u>MP Gebäude</u> (6/2 + 6/3 + 6/4 + 8/2 + 8/3 + 8/4 + 8/5 + 10/2 + 10/3 + 10/4 + 13/2/ + 13/3 + 14/2 + 14/3 + 14/4 + 15/2 + 15/3 + 15/4 + 22/2 + 22/3 + 22/4 + 23/2 + 23/3 + 24/2 + 24/3 + 25/2 + 25/3 + 25/4 + 26/2 + 26/3 + 26/4 + 27/2 + 27/3 + 27/4 + 28/2 + 28/3 + 28/4)</p> <p><u>MP westl. Baufeld</u> (1/2 + 1/3 + 2/2 + 2/3 + 3/2 + 3/3 + 4/2 + 4/3 + 5/2 + 5/3 + 5/4 + 7/2 + 7/3 + 9/2 + 9/3 + 19/2 + 19/3 + 20/2 + 20/3 + 21/2 + 21/3 + 29/2 + 30/1 + 30/2 + 31/2 + 31/3)</p> <p><u>MP östl. Baufeld</u> (11/2 + 11/3 + 12/2 + 12/3 + 16/2 + 16/3 + 17/2 + 17/3 + 18/2 + 18/3 + 32/2 + 32/3 + 33/2)</p>
<p>Parameterumfang <b>BBodSchV</b> (Anh. 2, Tab. 4.1+4.2)</p>	<p><u>MP Mutterboden</u> (1/1 + 2/1 + 3/1 + 4/1 + 5/1 + 6/1 + 7/1 + 8/1 + 9/1 + 10/1 + 11/1 + 12/1 + 13/1 + 14/1 + 15/1 + 16/1 + 17/1 + 18/1 + 19/1 + 20/1 + 21/1 + 22/1 + 23/1 + 24/1 + 25/1 + 26/1 + 27/1 + 28/1 + 29/1 + 31/1 + 32/1 + 33/1)</p>

**Tabelle 5:** 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 8.1 zu entnehmen.

### 3.1 Bewertung der Mischprobe 'MP Mutterboden'

- Verdachtspunkte: Es wurden an den Ansatzpunkten oberflächennah anthropogen beeinflusste Böden (umgelagerter Ackerboden) angesprochen. Konkrete Verdachtspunkte aufgrund der Vornutzung liegen nicht vor.

- Beprobungstiefen: Entsprechend der geplanten Nutzung wurde eine Mischprobe aus den erbohrten Proben zusammengestellt und analysiert.

Organoleptisch erfolgte eine sorgfältige und fachgerechte Bodenansprache durch einen erfahrenen Dipl.-Geologen (Sachverständiger i.S.d. § 18 BBodSchG). Bei der Bodenansprache konnten keine potentiell auffälligen Bestandteile erkannt werden.

- Bewertung: Die Boden-/Auffüllungs-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 Analysenergebnisse der Mischprobe 'MP Mutterboden' 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 im BBODSCHV aufgeführten auch projektrelevanten Parameter weisen nachfolgende Prüfwerte auf (Tabelle 6):

Parameter / Prüfwerte in (mg/kg)	Analyse-ergebnisse	Kinderspiel- flächen	Industrie- und Gewerbegrundstücke
Benzo(a)pyren (PAK-Anteil)	0,154	2	12
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	<0,01	0,4	40
Cyanide (gesamt)	n.b.	50	100
Aldrin	n.b.	2	-
DDT	n.b.	40	-
Pentachlorphenol	n.b.	50	250
Hexachlorcyclohexan	n.b.	5	400
Hexachlorbenzol	n.b.	4	200
Schwermetalle    Arsen	n.b.	25	140
Blei	16,3	200	2.000
Cadmium	0,14	10	60
Chrom	33,1	200	1.000
Nickel	24,4	70	900
Quecksilber	<0,1	10	80

**Tabelle 6:** relevante Prüfwerte zur Boden-Beurteilung (BBODSCHV) in mg/kg  
n.b. = nicht bestimmt; grün = Prüfwert eingehalten

- Bewertung nach BBodSchV:

Die untersuchte Probe unterschreitet in den gemessenen Konzentrationen die o.g. Parameter der Prüfwerteliste der *BBodSchV* der relevanten Nutzungsart 'Industrie- und Gewerbegrundstücke' (siehe Anlage 8.1). **Die Probe 'MP Mutterboden' ist unter Berücksichtigung eines nicht vollumfänglichen Analyseumfanges als unauffällig/unbedenklich einzustufen.**

Parameter	MP Mutterboden [mg/kg]	Vorsorgewerte <sub>Lehm</sub> (bestehende Bodenschicht)	70%-Vorsorgewerte (neue Bodenschicht)
Cadmium	0,14	1,00 mg/kg	0,70 mg/kg
Blei	16,3	70,00 mg/kg	49,00 mg/kg
Chrom	33,3	60,00 mg/kg	42,00 mg/kg
Kupfer	14,2	40,00 mg/kg	28,00 mg/kg
Quecksilber	<0,1	0,50 mg/kg	0,36 mg/kg
Nickel	24,4	50,00 mg/kg	35,00 mg/kg
Zink	48,5	150,00 mg/kg	105,00 mg/kg
PCB	<0,01	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg
Benzo(a)pyren	0,154	0,30 mg/kg	0,30 mg/kg
PAK <sub>16</sub>	1,77	3,00 mg/kg	3,00 mg/kg

**Tabelle 7:** Analysenergebnisse / Vorsorgewerte Metalle + organische Stoffe [mg/kg]  
grün = Vorsorgewert eingehalten

Wie der Tabelle 7 zu entnehmen ist, hält die analysierte Oberbodenmischprobe alle Vorsorgewerte für Böden (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 kann der Mutterboden bevorzugt in g.g. Funktion eingesetzt werden.

### **3.2 Bewertung der Mischproben 'MP Gebäude', etc.**

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

Die Fußnote 1 der o.g. 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 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 drei untersuchten Mischproben in die Verfüll-Leitfaden Bayern-Bodenklasse Lehm/Schluff Z0 bzw. die Standortkategorie A kann daher nach gutachterlicher Meinung zugelassen werden.

**Gesamtfazit 'MP Gebäude', 'MP westl. Baufeld' und 'MP östl. Baufeld': Verfüll-Leitfaden Bayern-Boden Z0 / Standortkategorie A**

**Etwaige bodenmechanischen Anforderungen sind beim Wiedereinbau zu beachten.**

## 4. Ingenieurgeologische Baugrundbeurteilung

### 4.1 Baugrundbeurteilende Laborversuche

- Korngrößenanalysen (DIN EN ISO 17892-4): Es wurden insgesamt zehn Korngrößenanalysen mit den im versickerungsrelevanten und im Gründungs-/Lastabtragsbereich anstehenden geogenen/gewachsenen Boden durchgeführt. In den Anlagen 3.1 bis 3.3 sind die Kornverteilungen als Kornsummenkurven grafisch dargestellt. Die Ergebnisse der Analysen sind in der Tabelle 8 aufgeführt. Das Körnungsband zur Verwendung innerhalb der Homogenbereiche (zzgl. Stein-/Blockanteil) ergibt sich in der Zusammenschau der Kurven in Anlage 3.4.

Probe / (Genese)	Profilber. m u.GOK	Ton (%)	Schluff (%)	Sand (%)	Kies (%)	d <sub>10</sub> /d <sub>20</sub> (mm)	k <sub>f</sub> -Wert (m/s)*	Wassergehalt w
8/4 (G)	1,20-2,20	1,7		<b>28,3</b>	<b>70,0</b>	0,281	~4,7x10 <sup>-4</sup>	5,20 %
10/3 (G)	1,35-2,60	4,3		<b>20,4</b>	<b>75,3</b>	0,291	~5,1x10 <sup>-4</sup>	5,73 %
11/2 (G)	0,30-1,00	3,9		<b>29,0</b>	<b>67,1</b>	0,195	~2,3x10 <sup>-4</sup>	2,75 %
13/3 (G)	0,50-1,70	3,0		<b>35,3</b>	<b>61,7</b>	0,241	~3,5x10 <sup>-4</sup>	2,23 %
18/2 (U)	0,60-0,90	<b>16,9</b>	<b>67,7</b>	12,8	2,6	0,003	~3,5x10 <sup>-6</sup>	18,99 %
19/2 (S)	0,30-1,25	21,5		<b>78,5</b>	-	<0,063	<6,0x10 <sup>-5</sup>	21,02 %
20/3 (T)	1,30-2,35	<b>32,0</b>	<b>64,6</b>	3,2	0,2	<0,002	<6,0x10 <sup>-9</sup>	26,05 %
30/2 (U)	0,80-1,70	<b>16,7</b>	<b>65,4</b>	8,4	9,5	0,0029	~5,4x10 <sup>-9</sup>	25,35 %
31/2 (U)	0,50-1,20	<b>22,8</b>	<b>72,9</b>	4,1	0,2	0,0016	~1,2x10 <sup>-9</sup>	27,49 %
32/3 (G)	0,60-1,40	2,7		<b>21,4</b>	<b>75,9</b>	0,270	~6,3x10 <sup>-3</sup>	2,72 %

**Tabelle 8:** Ergebnisse der Korngrößenanalysen/Wassergehaltsbestimmungen

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

\* k<sub>f</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**

Nach den Ergebnissen der Korngrößenanalysen setzt sich der oberflächennahe Untergrund aus zumeist (stark) sandigen Kiesen zusammen, die praktisch keinen nennenswerten bindigen Anteil führen. Untergeordnet wurden (stark) tonige, z.T. schwach sandig-kiesige Schluffe angetroffen, deren bodenmechanische Eigenschaften und insbesondere die Durchlässigkeit vom bindigen Anteil geprägt werden. Lokal (BS 19) wurden deutlich verlehnte/bindige Sande nachgewiesen.

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

8/4: Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GI)
10/3: Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GU)
11/2: Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GI)
13/3: Kies, stark sandig	(DIN 18 196: GW/GI)
18/2: Schluff, tonig, schwach sanig	(DIN 18 196: UM/TM)
19/2: Sand, bindig	(DIN 18 196: SU*)
20/3: Schluff, stark tonig	(DIN 18 196: TM/TA)
30/2: Schluff, tonig, schwach kiesig-sandig	(DIN 18 196: UM/TM)
31/2: Schluff, tonig	(DIN 18 196: UM/TM)
32/3: Kies, sandig	(DIN 18 196: GW/GI)

- Wassergehaltsbestimmungen (DIN EN ISO 17892-1; Anlage 4.1): Der untersuchte Kies weist in klarer Abhängigkeit von der Tiefenlage unterschiedliche Grade der Durchfeuchtung auf. Bis etwa 2 m u.GOK wurde eine geringe/normale Durchfeuchtung ( $w = 2,2 - 2,8 \%$ ) ermittelt, die unterhalb einer materialspezifischen Wassersättigung liegt.

Unterhalb von ca. 2 m u.GOK wurden in den Kiesen deutlich erhöhte Wassergehalte festgestellt ( $w = 5,2 - 5,7 \%$ ). Ebenfalls deutlich durchfeuchtet liegt der untersuchte Fluviatilsand vor (Probe 19/2;  $w = 21,02 \%$ ). Die hohe Durchfeuchtung wird hier jeweils auf eine Grundwasserbeeinflussung zurückgeführt.

Die oberflächennah anzutreffenden Fluviatilschluffe liegen materialspezifisch mit  $w = 25,4 - 27,5 \%$  in herkömmlicher Durchfeuchtung vor.

- Ungleichförmigkeit: Die bindigen Böden dürfen keinesfalls direkt nachverdichtet werden, da dies die Bodenstruktur zerstört. Die Kiese führen mehrheitlich hohe Ungleichförmigkeitszahlen von  $U > 15$ , jedoch meist geringe 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 Durchlässigkeiten in der Größenordnung von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  bis z.T.  $k_f > 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  (DIN 18 130: ~ 'stark durchlässig').

Die untersuchten Fluviatilkiese führen damit keinerlei Staunässepotenzial und lassen im Gegenzug eine erhebliche Versickerungsleistung erwarten ('Leiter'/'Nichtstauer').

Die verlehnten Sande führen Durchlässigkeiten in der Größenordnung von  $k_f \sim 10^{-5}$  m/s bis  $k_f \sim 10^{-6}$  m/s und sind damit als 'durchlässig' im Sinne der DIN 18 130 zu klassifizieren.

Demgegenüber können für die oberflächlichen Fluviatilschluffe Durchlässigkeitsbeiwerte nach MALLETT/PACQUANT in der Größenordnung von  $k_f \sim 4 \times 10^{-6}$  m/s bis  $k_f \sim 5 \times 10^{-9}$  m/s (DIN 18 130: 'durchlässig' bis 'sehr gering durchlässig') in Ansatz genommen werden. Diese Böden besitzen ein geringes bis deutlich ausgeprägtes Staunässepotenzial und zeigen z.T. eine erhebliche aufstauende Wirkung für anfallende Oberflächenwässer an ('Stauer'/'Nichtleiter').

- Frostempfindlichkeit (ZTVE-StB): Die untersuchten Kiese können aufgrund der (sehr) geringen bindigen Anteile in die Frostempfindlichkeitsklasse F 1 eingestuft werden ('nicht frostempfindlich')

Die übrigen untersuchten Böden 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/b) wurde im Gelände teilweise eine geringe Organikführung erkannt. An den daraus gewonnenen Proben und dem (ausschließlich in Bohrung BS 30 erkannten) organischen Schluff ('Torf') wurden daher ergänzende Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind der Tabelle 9 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
3/2	Fluviatilkies	0,10-0,95 m	6,67	siehe nachfolgende textliche Erläuterungen	
18/2	Fluviatilschluff	0,60-0,90 m	8,36		
31/2	Fluviatilschluff	0,50-1,20 m	11,70		
30/7	Torf	4,05-4,65 m	<b>24,29</b>	<i>hochorganischer Boden</i>	<i>stark organisch</i>

**Tabelle 9:** Ergebnisse der Glühverlustbestimmungen

<u>DIN 1054-Klassifizierung:</u>	´nicht organischer Boden´	(nichtbindige Böden < 3 %, bindige Böden < 5 %)
	´organischer Boden´	(nichtbindige Böden 3-20 %, bindige Böden 5-20%)
	´hochorganischer Boden´	(> 20 %)
<u>DIN EN ISO 14688-2:</u>	´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 Fluviatilkliese und Fluviatilschluffe scheinbar durchgehend erhöhte Organikgehalte ( $V_{gl} = 6,7 - 11,7 \%$ ).

Da bereits im Gelände ein hoher Gehalt an Kalkstein-Kieskorn bzw. Kalkgehalt der 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° 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 und Schluffe sind daher auf einen versuchsspezifischen Carbonatverlust (CO<sub>2</sub> gast bei Erhitzen aus) und nicht auf relevante organische Anteile im engeren Sinne zurückzuführen.**

Lediglich der untersuchte unterlagernde Torf (Probe 30/7) führt einen tatsächlich deutlich erhöhten Organikgehalt von  $V_{gl} = 24,3 \%$ .

Dieser hochorganische Boden besitzt keine unmittelbare Gründungs- bzw. Lastabtragseignung. Die vollständige Entfernung der nur lokal angetroffenen Torfe wird in der Maßnahme aufgrund der Tiefenlage jedoch als bautechnisch nicht umsetzbar angesehen.

**Da es sich bei den aktuell durchgeführten Erkundungen um orientierende Untersuchungen handelt, wird im Zuge des weiteren Projektfortschritts wird eine Eingrenzung der festgestellten Organikauffälligkeit angeraten.**

**Zunächst werden daher örtlich technische Sicherungsmaßnahmen für die Errichtung der dort geplanten Stell- und Bewegungsflächen empfohlen.**

- Fließ-/Ausrollgrenzen (DIN EN ISO 17892-12): Die Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen wurde ergänzend an den Proben 18/2, 20/3, 30/2 und 31/2 vorgenommen (siehe Tabelle 10 und Anlagen 6.1 - 6.4).

Probe	Fließgrenze WL	Ausrollgrenze WP	Plastizitätszahl Ip	Wassergehalt w	Konsistenzzahl Ic
18/2	33,7 %	19,5 %	14,2 %	19,0 %	1,03
20/3	52,9 %	26,8 %	26,1 %	26,1 %	1,03
30/2	38,5 %	20,4 %	18,1 %	25,4 %	0,73
31/2	53,9 %	28,3 %	25,6 %	27,5 %	1,03

**Tabelle 10:** Ergebnisse der Zustandsgrenzenbestimmung

Bei Einsatz der gewonnenen Daten in das Plastizitätsdiagramm nach *CASAGRANDE* liegt die untersuchte Bodenprobe 18/2 im Bereich der nach DIN 18 196 bezeichnete Bodengruppe *‘leicht plastische Tone’* (TL), die Probe 30/2 liegt im Bereich der Bodengruppe *‘mittel plastische Tone’* (TM).

Das Material der Proben 20/3 und 31/2 liegt im Übergangsbereich der Bodengruppen *‘ausgeprägt plastische Tone’* (TA) bis *‘Tone mit organischen Beimengungen, organogene Tone’* (OT) und *‘ausgeprägt plastische Schuffe’* (UA).

Bei Betrachtung der Plastizitätszahlen sowie Einsetzung in den sog. Konsistenzbalken nach *ATTERBERG* ergibt sich für die Proben ein unterschiedlich breiter Bildsamkeitsbereich, sodass die Böden in unterschiedlichem Maße auf Wassergehaltsänderungen reagieren (= geringe bis deutliche Nässeempfindlichkeit) auf. Im *ungestörten* Zustand liegt der Boden in weich-steifer bis steif-halbfester Konsistenz vor.

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

Die im Westen des Areals angetroffenen Fluvialschluffe werden von bindigen Bestandteilen geprägt. Dieser Boden ist verbreitet als (sehr) gering durchlässig und sehr frost- und witterungsempfindlich einzustufen. Im ungestörten Zustand konnten weich-steife bis steif-halbfeste Konsistenzen ermittelt werden, die weitgehend eine ausreichende Gründungseignung erwarten lassen. Es handelt sich um einen Boden mittlerer Güte. Gleiches gilt für die lokal angetroffenen +/- verlehnten Sande. Lokal wurden hochorganische Böden (organikdurchsetzte Schluffe/Torf) nachgewiesen.

## 4.2 Baugrundbeurteilende Geländeversuche (DPL-5)

Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die DIN 4094 bzw. DIN EN ISO 22476-2 und wurden mit der sog. leichten Rammsonde durchgeführt (DPL = 'Dynamic Probing light, 5 cm<sup>2</sup> Spitzenquerschnitt). Die DPL erfolgten jeweils nahe der BS 1 bis BS 33. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in der Gegenüberstellung Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe  $n_{10}$  gegen Tiefe. Die Rammdiagramme der DPL sind in der Anlagen 2.1 bis 2.6 grafisch dargestellt und den jeweiligen Rammkernsondierungen gegenübergestellt.

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

⇒ oberflächennahe Fluviatilschluffe (bis ca. 1 m u.GOK): Die teilweise unterhalb des 'Mutterbodens' anstehenden Schluffe führen überwiegend bis 1 m u.GOK geringe Schlagzahlen von DPL  $n_{10} \leq 6 - 10$ . Dies entspricht in erster Linie weichen Konsistenzen.

**Bautechnische Beurteilung: nicht unmittelbar gründungsgeeignet.**

⇒⇒ tieferliegende Fluviatilschluffe (ab ca. 1 m u.GOK): Unterhalb von ca. 1 m u.GOK erfolgt eine Erhöhung der Schlagzahlen auf ein Niveau von DPL  $n_{10} \sim 10 - 20$ . Dies entspricht in erster Linie weich-steifen bis steifen Konsistenzen.

Zur Tiefe hin können bei tiefgründig anstehenden Fluviatilschluffen (z.B. Umfeld BS 30) Schlagzahlen von DPL  $n_{10} > 40$  erreicht werden.

Unter Berücksichtigung einer deutlichen versuchsspezifischen Schlagzahlverfälschung infolge erhöhter Mantelreibung bei den DPL, kann zur Tiefe hin von weitgehend steifen Konsistenzen ausgegangen werden. Die lokal erbohrten organikdurchsetzten Schluffe ('Torf' - BS 30) verhalten sich diesbezüglich ähnlich.

Die genannten Konsistenzzustände sind im hohen Maße vom vorhandenen/wiederaufgebrachten Überlagerungsdruck und von der Durchfeuchtung der Schluffe abhängig, so dass bei Wegnahme des Überlagerungsdrucks/Freilegung und/oder in niederschlagsergiebigeren Perioden mit geringeren Konsistenzen gerechnet werden muss ('Aufweichungen').

**Bautechnische Beurteilung: im ungestörten Zustand maßnahmenbezogen gründungsgeeignet.**

⇒⇒ Fluviatilsand: Innerhalb der nicht überall rammtechnisch aufgeschlossenen Sande konnten wechselhafte Schlagzahlen von DPL  $n_{10} < 10$  bis  $> 40$  ermittelt werden. Neben häufig mitteldichten bis z.T. dichten Lagerungszuständen konnten teilweise tiefgründige Auflockerungen festgestellt werden (z.B. Umfeld BS 19).

**Bautechnische Beurteilung: nicht immer unmittelbar gründungsg geeignet.**

⇒ Fluviatilkies (untergrundprägend): Die den Untergrund dominierenden Kiese zeigen Schlagzahlen auf in der Regel hohen Level.

Häufig wurde ein Schlagzahlniveau von DPL  $n_{10} > 20 - 40$  erkannt, was einer mitteldichten bis dichten Lagerung entspricht. Verbreitet erfolgt ein Anstieg der Schlagzahlen auf ein sehr hohes Niveau von DPL  $n_{10} > 60 - 100$ , was (sehr) dichten Lagerungszuständen und/oder einem zunehmenden Stein- und u.U. Blockanteil entspricht und zum Abbruch der Rammsondierungen aufgrund nicht mehr feststellbaren Rammfortschritts führte.

Bei einer potenziellen Einbringung von Verbauten oder Pfählen ist innerhalb dieser Profilbereiche mit einem bautechnischen Mehraufwand zu rechnen.

Ergänzend existieren lokale Schwächezonen mit Schlagzahlen von DPL  $n_{10} < 10$ , was eine lockere Lagerung aufzeigt. Vermutet wird, dass die lokal lediglich mäßige Lagerungsdichte des weitgehend kohäsionslosen Kieses (als 'Rollkies' ausgebildet) u.a. auf der o.g. Grundwassersättigung ab ca. 2 m u.GOK und einem örtlich z.T. geringen Sandanteil beruht (sog. 'Fehlkörnungen').

**Bautechnische Beurteilung: projektbezogen gründungsg geeignet.**

#### 4.3 Bodenmechanische Kennwerte / Baugrundbeurteilung

In der folgenden Tabelle 11 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 1054 '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 Schottertragschicht:</b> Kies, sandig, schwach bindig; +/- dicht	22,0	14,0	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>Schluff (aufgeweicht):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich	16,0 - 19,0	6,0 - 9,0	15,0 - 20,0	0 - 5 RW 0	3.000 - 5.000 RW 3.000
<b>Schluff (ungestört):</b> Schluff, +/- tonig, z.T. schw. sandig-kiesig; weich-steif bis steif	17,0 - 19,0	7,0 - 9,0	15,0 - 20,0	5 - 10 RW 5	6.000 - 12.000 RW 8.000
<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>Fluviatilsand (aufgelockert):</b> Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; locker	17,0 - 17,5	8,5 - 9,0	30,0	0	12.000 - 18.000 RW 12.000
<b>Fluviatilsand:</b> Sand, (schwach) bindig, z.T. schwach kiesig; locker	18,0 - 18,5	9,5 - 10,0	30,0 - 32,5	0	20.000 - 30.000 RW 25.000
<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; dicht bis sehr dicht	21,0 - 21,5	13,0 - 13,5	35,0	0	50.000 - 100.000 RW 50.000

**Tabelle 11:** 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 der Tabelle 12 erfolgt 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		Gruppensymbol (DIN 18 196)	‘Frostklasse’ ZTVE-StB	Bodenlösung <sup>2)</sup>
			Gewerk ‘Erdarbeiten’ und ‘Verbauarbeiten <sup>3)</sup> ’	Gewerk ‘Boharbeiten’			
aufgefüllter ‘Mutterboden’ <sup>1)</sup>	1 u.U. 2	-	ERD 1	BOH 1	A (OU/OH)	F 3	‘Löffelbagger’
‘Mutterboden’ <sup>1)</sup>	1 u.U. 2				OU/OH	F 3	
Fluviatilschluff	4 -5 u.U. 2	BB2 - BB3, u.U. BB1	UL/TL/UM/TM/TA/UA/		F 3		
stark organ. Schluff / Torf <sup>1)</sup>	4 u.U. 2	BB1 – BB2, BO1, BO2	OU/HN/HZ		F 3		
Fluviatilsand <sup>1)</sup>	3 - 4	BN1 - BN2	SE/SU/SU*		F 1 - F 3		
Fluviatilkies	3 - 5	BN1, BS1, u.U. BS2	GE/GI/GW/GU/X		F 1 - F 2		
Steine/Blöcke <sup>4)5)</sup>	6, u.U. 7	BS3 - BS4	ERD 2	BOH 2	A (X/Y) bzw. X/Y	F 1	

**Tabelle 12:** Bodenklassen, Homogenbereiche, Bodengruppen, Frostklassen

- 1) bei Wassersättigung bewegungsempfindlich
- 2) bei Einsatz eines Löffelbaggers der  $\geq 20t$ -Klasse
- 3) bei Einsatz nicht einbindender Verbauarten
- 4)  $> 30$  Gewichts-% Steinanteil  $\emptyset > 0,01 \text{ m}^3$  bis  $0,1 \text{ m}^3$  Einstufung in Bk 6
- 5)  $\emptyset > 0,1 \text{ m}^3$  Einstufung in Bk 7

Erdarbeiten/Bodenlösung: Die o.g. Festlegung der Homogenbereiche für das Gewerk ‘Erdarbeiten’ basieren auf der Annahme des Einsatzes ausreichend starker Löffelbagger (Einsatzgewicht  $\geq 20 \text{ t}$ ). 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 dem gesamten Baufeld zu entfernen (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). Alle Böden sollten idealerweise rückschreitend und mit ´Schneidbestückung´ gelöst werden.

Weiterhin ist eine Position für die Bodenklassen 6 und 7 in die Ausschreibung aufzunehmen. Die Bodenklasse 7 beinhaltet (neben Fels) auch Blöcke mit einem Kugeldurchmesser > 0,6 m (> 0,1 m<sup>3</sup> Rauminhalt). Das Vorkommen entsprechend grobstückigen Materials kann aufgrund der Genese des Gebietes nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

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

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

Sollten entgegen dem aktuellen Kenntnisstand einbindende Verbauförmungen (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 Bohrpfehlgründung (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 Fluvialtkiese 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 Tabelle 12

Bodenklassen (DIN 18 300 <sub>alt</sub> )	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
Homogenbereiche	ERD 1: Eigenschaften siehe Tabelle 13a ERD 2 + VER 1 + BOH 1 + BOH 2: Eigenschaften siehe Tabelle 13b
nach DIN 18 301 <sub>alt</sub>	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 $\leq 15\%$ Bodenklasse BN2: nichtbindige Böden, Feinkornanteil $> 15\%$ Bodenklasse BS1: Steinkornanteil $\leq 30\%$ Bodenklasse BS2: Steinkornanteil $> 30\%$ Bodenklasse BS3: Blöcke $\leq 30\%$ Bodenklasse BO1: Mudde, humus und zersetzte Torfe Bodenklasse BO2: unzersetzte Torfe
nach DIN 18 196	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

Fortsetzung Erläuterung Tabelle 12

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 13a und 13b) 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 eines ausreichend starken Baggers 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.

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

**Tabelle 13a:** Kennwerte für Homogenbereich ERD 1, n.b. = nicht bestimmbar

Nr. nach VOB	Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich (Wertebereiche)	
		Gewerk (´Erdarbeiten´ + ´Verbauarbeiten´ + ´Bohrarbeiten´)	
		ERD 1 + VER 1 + BOH 1	BOH 2
1	Kornverteilung (Körnungsband)	Bandbreite siehe Anlage 3.4 (zzgl. Stein-/Blockanteil)	
2	Definition v. Steinen + Blöcken	v.a. grober Flußschotter/Gerölle	
2a, 2b	Anteil Steine und Blöcke	≤ 30 %	> 30 %
2c	Anteil große Blöcke	≤ 2 %	≤ 5 %
3	Mineral. Zusammensetzung der Steine und Blöcke	v.a. Kalkstein	
4	Dichte	$\rho_s = 2,65 - 2,85 \text{ g/cm}^3$ (Korndichte)	
5	Kohäsion	≤ 10 kN/m <sup>2</sup>	
6	undrainierte Scherfestigkeit	≤ 150 kN/m <sup>2</sup>	
7	Sensitivität	n.b.	
8	Wassergehalt	≤ 30 %	
9	Konsistenz	weich bis halbfest bzw. n.b.	
10	Konsistenzzahl	~ 0,30 - 1,00	
11	Plastizität	gering bis ausgeprägt bzw. n.b.	
12	Plastizitätszahl	~ 0,10 - 0,45	
13	Durchlässigkeit	ca. $k_f \sim 2 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}$ bis $\sim 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$	
14	Lagerungsdichte	überw. 0,30 - > 0,65 bzw. n.b.	(>) > 0,65
15	Kalkgehalt	(Ausgangsgestein ca. 90 - 100 % CaCO <sub>3</sub> )	
16	Sulfatgehalt	gering	
17	Organischer Anteil	≤ 25,0 %	
19	Abrasivität	schwach abrasiv bis abrasiv (150 - 500 g/t LAK); ggf. LCPC-Versuche	
20	Bodengruppen	X, Y, GE, GI, GW, GU, GU*, SE, SU, SU*, UL, TL, UM, TM, TA, UA, HN, HZ	
21	Ortsübliche Bezeichnung	Flussablagerungen	

**Tabelle 13b:** Kennwerte für Homogenbereich ERD 2, VER 1, BOH 1 und BOH 2

n.b. = nicht bestimmbar

## **5. Hinweisgebung zur Baudurchführung**

Aufgabe: Es waren orientierende Untersuchungen für den geplanten Neubau des Paketentrums Weichering durchzuführen. Dies schließt die Errichtung von Stell- und Bewegungsflächen für Schwerverkehr, eines Parkhauses für Pkw, die Errichtung von Lärmschutzwänden und die Verlegung der Kreisstraße 'ND18' ein.

Hierfür war es notwendig, die relevanten oberflächennahen 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.

**Da noch keine Details zur Planung des Gebäudes oder der Stell- und Bewegungsflächen vorliegen, erfolgen nun zunächst orientierende Hinweisgebungen zur Neuerrichtung. Diese sind 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 konkreten Höhenplanung der Bauteile/Flächen ergeben.**

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

- Kap. 5.1: Allgemeine Hinweisgebungen
- Kap. 5.2: Verlegung Kreisstraße
- Kap. 5.3: Stell- und Bewegungsflächen (Schwerverkehr)
- Kap. 5.4: Errichtung Lärmschutzwände
- Kap. 5.5: Errichtung Parkhaus
- Kap. 5.6: Errichtung Paketzentrum
- Kap. 5.7: Errichtung Sprinklerzentrale
- Kap. 5.8: Hinweisgebung Kanalbau

Anmerkung zum Baugrund: Es handelt sich zusammenfassend um einen ortsüblichen, vorwiegend kiesigen Baugrund, der in der Regel bereits ab geringer Tiefe unter GOk eine gute Eignung zur Gründung bietet.

Im westlichen Teil des Areals wurden verbreitet schluffige Fluvialablagerungen angetroffen. Hier wurden auch lokal Organikböden im Untergrund nachgewiesen. Im Zuge des weiteren Projektfortschritts wird hier zu eingrenzenden Untersuchungen geraten.

**Anmerkung zu den Höhenlagen:** Für die weiteren Hinweisgebungen werden die in den aktuellsten Planunterlagen eingetragenen Höhen und Quergefälle berücksichtigt.

Bezogen auf das orientierend untersuchte Areal ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Höhen:

<b>mittlere GOK (Bereich BS 1 – BS 33)</b>	<b>~ +375,08 m NHN</b>
<b>mittlere GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,6 m NHN</b>
<b>Grundwasser (04.-08.10.2021)</b>	<b>= +373,4 m NHN</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,2 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

In den einzelnen Kapiteln werden die relevanten (angenommenen) Höhen der einzelnen Bauteile der Übersichtlichkeit halber aufgeführt/ergänzt.

## 5.1 Allgemeine Hinweisgebungen

Annahmen zu Höhenlagen: Vereinfachend wird zunächst davon ausgegangen, dass die zu verlegende Kreisstraße und der überwiegende Teil der Stell- und Bewegungsflächen teils deutlich oberhalb der aktuellen Geländeoberkante zu liegen kommen werden.

Das PZ-Gebäude wird mit der Oberkante-Fertigfußboden (OKFF) ebenfalls deutlich oberhalb der örtlichen GOK angenommen, wobei die Andockbereiche vermutlich nicht nennenswert in den Untergrund einschneiden werden.

Die OKFF der Sprinklerzentrale wird ebenfalls nur geringfügig oberhalb der lokalen GOK erwartet.

Baureifmachung: Für die weiteren Hinweisgebungen wird davon ausgegangen, dass sämtlicher Baum-/Buschbestand samt Wurzelballen, nicht mehr benötigte Abschnitte der Kreisstraße und alle sonstigen Bauteile ober- und unterirdisch vollständig aus den überplanten Flächen entfernt worden sind.

Dabei entstandene und sonstige Massendefizite (z.B. örtliche Weiher, 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.

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

Aktuelle chemische Analysen: Die im Rahmen der aktuellen oder späteren 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 wäre daher nach Aushub zunächst in Mietenform auf dem Grundstück 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 beim ausführenden Bauunternehmen.

Alternativ empfiehlt sich durch den Tiefbauunternehmer im Beisein des IB KLEEGRÄFE bereits einige Wochen vor eigentlichem Maßnahmenstart in den einzelnen Losen Baggerschürfe durchzuführen und diese entsprechend des geplanten Wiederverwendungs-/Entsorgungsweges chemisch zu untersuchen.

Auf Grundlage dieser aktuellen Untersuchungen kann dann ein massenmäßig abgestimmter und auf die aktuelle Analytik angepasster Verbringungsweg direkt zum Maßnahmenstart festgelegt werden.

Planumsentwässerung: Die Anlage einer Planumsentwässerung im Zuge der Neuerrichtung der Flächen wird nicht als zielführend angesehen, da ein Anstieg des Grundwassers – auf Grundlage der oben ausgeführten Bemessungswasserstände – bis in Höhe des Erdplanums der Stell- und Bewegungsflächen lokal nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann und damit keine Möglichkeit zur Abführung der Wässer besteht. Diesem Umstand ist durch die Auswahl geeigneter Baustoffe/Mineralgemische bei der Errichtung der Stell- und Bewegungsflächen Rechnung zu tragen.

RC-Material: Von der Verwendung von Recycling-Mineralgemischen (RW1-Güte) im frostsicheren Oberbau wird nicht ausgegangen, da bei den vermutlich benötigten Massen die Voraussetzungen für den Einsatz von RW1-Material nicht gegeben sind (siehe Leitfaden „Anforderungen an die Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken“ (RC-Leitfaden).

Bauweisen mit einem Ersatz von geogenem Schottertragschicht- oder Frostschutzmaterial durch RC-Baustoffe werden daher nachfolgend nicht betrachtet.

Wiedereinbaufähigkeit anfallender Böden: Organische Böden sind grundsätzlich nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen wiedereinbaueeignet.

Bindige Böden sind ohne vorherige fachgerechte Aufbereitung nicht in lastabtragenden/setzungsempfindlichen Bereichen für einen Wiedereinbau geeignet. 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.

Untergrundverbesserung mittels Mischbinderzugabe: Zum aktuellen Kenntnisstand wird die Mischbinderbehandlung des Erdplanums durch Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches gutachterlicherseits nicht favorisiert, da die gesicherte Durchführbarkeit flächig nicht gewährleistet ist.

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.

Anforderungen an ein Mineralgemisch zum Ausgleich von Massendefiziten: 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 V 1 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 F2). Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

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 abzustimmen. Gegebenenfalls ist die Leistungsfähigkeit 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 unten).

## **5.2 Verlegung Kreisstraße**

Vorbemerkung: Es wird davon ausgegangen, dass die Fahrbahnoberkante oberhalb zur aktuell vorhandenen Geländeoberkante errichtet werden soll. Für die Kreisstraße wird eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise angenommen.

Rückbau Bestandsstraße: Teile der vorhandenen Kreisstraße werden rückzubauen und aus dem überplanten Areal zu entfernen sein. Hierzu sei angemerkt, dass zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts keine Erkenntnisse zu möglichen Teergehalten der vorhandenen Schwarzdecke und zum Material im ungebunenen Oberbau sowie dem verwendeten Dammkörper vorliegen. Um diesbezügliche Planungssicherheit herzustellen, werden ergänzende Untersuchungen erforderlich.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht in für den Straßenbau relevanten Tiefen angetroffen werden. Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung ausreichend sein.

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

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen.

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 ggf. weitere Böden bis 70 cm unter OK der geplanten Fahrstraße zu entfernen (Mächtigkeitsermittlung siehe unten; ggf. zzgl. 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. Liegen auf Erdplanum Terrassenkiese vor, so sind diese – ggf. nach einer Nachverdichtung – in der Lage den o.g. Sollwert zu erreichen.

**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.**

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 Schotterlage als 'verdichtungsfähige Auflage' notwendig werden.

Planung: Es wird eine Belastungsklassenzuordnung der Fahrstraße der 'Kreisstraße' gemäß RStO 12 ('Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen', Ausgabe 2012) in Anlehnung an die **Belastungsklasse Bk10** angenommen. Entsprechend wird der geplante Kreisverkehr in die Belastungsklasse Bk32 eingeordnet.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise ('Bauweisen mit Asphaltdecke' gemäß Tafel 1 RStO 12).

- **Fahrstraße:** **Belastungsklasse Bk10**
- **Kreisverkehr:** **Belastungsklasse Bk32**

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt zumindest bereichsweise bindige Böden, weshalb der Planumsboden nach *ZTVE-StB* sicherheitshalber in die Frostepfindlichkeitsklasse F 3 (‘sehr frostepfindlich’) eingestuft wird. Nach der *ZTVE-StB* sind Frostschutzmaßnahmen erforderlich.

**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 bzw. Bk32. Hieraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von jeweils 65 cm.**

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>Schichtenwasser</u> dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum’	+ 5 cm
Entwässerungseinrichtungen Abläufe / Rohrleitungen	- 5 cm
Summe Mehr-/Minderdicken	+ 5 cm

**Tabelle 14:** 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.**

- **Fahrstraße Kreisstraße Bk10: 70 cm**
- **Kreisverkehr Bk32: 70 cm**

Geotextil: Zur Trennung von Erdplanum und Auftragsmaterial sollte auf das Erdplanum der neuen Trasse der Kreisstraße **vollflächig** 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  $V_{IH 50} - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Geogitter: Zur langfristigen Sicherung wird aufgrund der der vorgefundenen Untergrundverhältnisse der Einbau einer Lage Geogitter auf Erdplanum geraten. Der Einbau von g.g. Lage Geogitter sollte für den gesamten Bereich des Kreisverkehrs zuzüglich etwa 15 m der An-/Abfahrtsarme vorgesehen werden (ca. Umfeld BS 30).

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 Schotter als Auftragsmaterial kommt es zu einer Verzahnung des Korngerüstes mit der offenen Geogitterstruktur. Eine Auflockerung des Korngerüstes an der Unterseite des Schotters wird dadurch reduziert und der innere Reibungswinkel des Schotters 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.

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: ‘Frostschuttschicht’ bzw. ‘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:  $45^\circ$ ; 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 der Schottertragschicht der Fahrstraße bzw. des Kreisverkehrs wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 150 \text{ MPa}$  gefordert. Auf der Oberkante der darunter befindlichen Frostschuttschicht wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$  (jeweils Bk10 und Bk32; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) gefordert.

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

### **5.3 Stell- und Bewegungsflächen (Schwerverkehr)**

Vorbemerkung: Die Stell- und Bewegungsflächen wurden auf Grundlage der oben genannten Plangrundlage deutlich oberhalb der aktuell vorhandenen Geländeoberkante zu liegen kommen.

Eine Betondecken-Bauweise wird für die Wechselbrücken-Stellflächen, die Lkw-Parkplätze, die Übergabepplätze, die Stellplätze für die Transportaufsicht und die

Stellplätze für RegioV vorgesehen. Diese Flächen werden nachfolgend als 'Abstellflächen' zusammengefasst.

Im Bereich der Lkw-Ein- und Ausfahrt werden ebenfalls Betonversiegelungen zu realisieren sein.

Für die Fahrwege wird typischerweise eine Versiegelung in Schwarzdecken-Bauweise vorgesehen. Alternativ kann eine Versiegelung mit einer Betondecke erfolgen. Diese Flächen werden nachfolgend als 'Fahrflächen' zusammengefasst.

Wasserhaltung: Grundwasser konnte am Untersuchungstag nicht in für den Straßenbau relevanten Tiefen angetroffen werden. Bei den vorgefundenen Verhältnissen wird die Vorhaltung einer offenen Wasserhaltung ausreichend sein.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffierung mittels Bagger rückschreitend und beim Schottereinbau 'vor-Kopf' gearbeitet werden, um die Baufläche nicht durch Fahrzeugbefahrung zu zerstören. Potenzieller Schluff und die verlehnten Sande auf Aushubniveau dürfen nicht nachverdichtet werden und sollten nicht befahren werden.

Es sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter innerhalb der Bauflächen verkehren. Organikböden und Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen der 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 70/72 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 25% 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 Schotterlage 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.

Geplant ist eine Errichtung der Versiegelung der Abstellplätze in Ortbeton-Bauweise (‘Bauweisen mit Betondecke’ gemäß Tafel 2 RStO 12). Die Bewegungsflächen sollen in Schwarzdecken- und Betondeckenbauweise errichtet werden.

- **Abstellflächen:** **Belastungsklasse Bk3,2 (‘Schwerverkehr’)**
- **Fahrflächen:** **Belastungsklasse Bk10**
- **Ein-/Ausfahrten:** **Belastungsklasse Bk10**

Verhältnisse auf Planum: Das Erdplanum führt 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.

**Grundsätzlich sollte das Planum nach Freilegung sorgfältig im Rahmen einer ingenieurgeologischen Abnahme auf deutliche organische Anteile und**

**offensichtliche Aufweichungen (weich-breiege 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.**

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 15:** 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**

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  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , 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  $V_{IH} 50 - 1,00^{-1}$  m/s.

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 Schottertragschicht.

**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	180	150	180
		AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI
		1. Schritt ↑						2. Schritt ↑					
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					
Unterlage		Planum						Frostschutzschicht					

- ⊗ 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 realisiert werden.

Aufbau der WB-Stellflächen und Bewegungsflächen: 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 ´Frostschutzschicht´) 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 ´Frostschutzschicht´ 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 WB-Stellplätze und Fahrwege wird nach der RStO 12 ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} = 150 \text{ MPa}$  (Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 1, Zeile 3) bzw. von mindestens  $E_{v2} = 150 \text{ MPa}$  (Bk3,2 und Bk10; Errichtung in Anlehnung an RStO 12, Tafel 2, Zeile 3.2) gefordert.

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

## 5.4 Errichtung Lärmschutzwände

Es wird die Errichtung mehrerer Lärmschutzwände (LSW) vorgesehen.

Lärmschutzwand	geplante Länge	geplante Höhe	ca. Lage
LSW I	60 m	9 m	nordwestlich Kreisel
LSW II	180 m	9 m	NW-Ecke PZ-Gelände
LSW III	118 m	8,25 m	westlich und nördlich Pkw-Parkhaus
LSW IV	55 m	8 m	westlich Lkw-Einfahrt
LSW V	60 m	8 m	östlich Lkw-Einfahrt
LSW VI	380 m	10 m	Ostseite und SO-Ecke PZ-Gelände

**Tabelle 16:** Lage und Umfang der geplanten Lärmschutzwände

Im Rastermaß der Stützen von zumeist 5,00 m werden nach statischer Vorgabe Bohrpfähle oder ähnliche pfahlartige Tragglieder in den Untergrund einzubringen sein.

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 16 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 durchörtet werden können (daher keine Betrachtung innerhalb der Festlegung der Homogenbereiche).

Die Ausführung (großkalibriger) schlagender, rammender oder vibrierender Verfahrungs 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.

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 zum Zeitpunkt der Untersuchungen (04.-08.10.2021) im Mittel bei ca. 1,60 m u.GOK bzw. +373,40 m NHN angenommen. Bemessungswasserstand Grundwasser: 0,2 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 Schwerverät befahrbare Arbeitsebene
- freie Arbeitshöhe
- Wasser- und Stromanschlüsse (Baustrom, Kraftstrom, Bauwasser, etc.)
- Kabelpläne, Leitungsfreiheit, Ver-/Umlegen von Leitungen oder Stilllegung, etc.
- bescheinigte Kampfmittelfreiheit
- schriftliche Freigabe, ggf. Freigabe vom Prüfeningenieur
- Angaben zur Betonaggressivität (ggf. Wahl geeigneter Zuschlagstoffe)
- 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 Schotterlage 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 Schotters, da hierüber die Bohrungslängen anzupassen sind (ggf. als 'Leerbohrungen').

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

Beweissicherungsverfahren/Sicherungsmaßnahmen: Aufgrund der Nachbarschaft zu setzungsempfindlichen Bauteilen (Bahntrasse, mögliche Versorgungsleitungen, etc.) wird vor Beginn der Maßnahme die Durchführung eines Beweissicherungsverfahrens unter Mitwirkung aller Beteiligten angeraten (nach DIN 4107 und 4123).

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 Güteschotter (z.B. 0/45 mm HKS)

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 möglicherweise 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 durchgängig der Fall ist. Die Plattenelemente zwischen den Stützen sollten mit einem frostsicheren, verdichtungsfähigen Mineralgemisch (Verdichtbarkeitsklasse V1; Frostempfindlichkeitsklasse F1) angedeckt 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-/Horizontal-lasten vor.

Die Pfähle sollten gem. EA-Pfähle mindestens 2,5 m in die dicht gelagerten Fluvialtkiese einbinden. Diesen 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 zulässig.

In einem ersten Schritt muss durch statische Berechnungen die ausreichende Einbindetiefe der Bohrpfähle ermittelt werden. Die 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: Aufgrund der festgestellten, weitgehend homogenen Bodenverhältnissen an den einzelnen Aufschlusspunkten erfolgt die Angabe von Steifigkeitswerten bzw. die Angabe der abgeleiteten Bettungsmoduln zusammenfassend für die Gesamttrasse.

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 Steifeziffern  $E_s$  sind der Tabelle 11 zu entnehmen.

Aufgrund des aktuell orientierenden Charakters der Baugrunderkundung und der in Bezug auf die geplanten LSW geringen Aufschlussdichte erfolgt zunächst nur die Ausweisung von Kenndaten für einzelne Bodenschichten.

Die nachfolgenden Angaben der Tabelle 17 sind als 'charakteristische Mittelwerte' zu verstehen und gelten für Einzelpfähle. Eine Gruppenwirkung wird nicht berücksichtigt.

Einheit	Bruchwert der Mantelreibung $q_{s,k}$	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	
mögl. Schotterpolster (gemittelt dicht)	80 kN/m <sup>2</sup>	125	110	100	-
Schluffe (weich bis weichsteif)	30 kN/m <sup>2</sup>	10	8	6	-
Schluffe (+/- steif)	60 kN/m <sup>2</sup>	15	13	12	-
Fluviatilsand (+/- mitteldicht gelagert)	50 kN/m <sup>2</sup>	40	35	30	-
Fluviatilkies (+/- dicht gelagert)	120 kN/m <sup>2</sup>	100	80	70	s/D <sub>s0,02</sub> : 1,0
					s/D <sub>s0,03</sub> : 1,5
					s/D <sub>s0,10</sub> : 3,0

**Tabelle 17:** orientierende Kenndaten Bohrpfahlgründung (Annahme  $d = 0,6 - 0,8$  m)

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

Hierfür können für die zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiese und Fluviatilsande weitestgehend die Kenndaten für einen Boden A in Ansatz genommen werden. Im Bereich zumindest steif konsistenter bindiger Böden können die Kenndaten für einen Boden D angesetzt werden.

Ingenieurgeologische Abnahmen: Sehr wichtig ist die ingenieurgeologische Bohrgutabnahme bei den Pfahlbohrungen zwecks Festlegung der ausreichenden Einbindetiefe. Die endgültige Pfahllänge ist von einem Statiker festzulegen, wobei auf die ingenieurgeologische Abnahme hingewiesen wird. Die endgültigen Pfahllängen können somit erst bei der Bohrgutabnahme festgelegt werden. Betreffende Leistungen anbietende Firmen im Nahbereich können genannt werden.

## 5.5 Errichtung Parkhaus

Planung: Es soll im westlichen Teil des Geländes ein sog. Split-Level Parkhaus errichtet werden. Das Parkhaus soll drei Vollgeschosse mit innenliegenden 'Auffahrampen' erhalten. Das unterste Geschoss wird dabei typischerweise als pflasterversiegelte 'Verkehrsfläche' errichtet, weshalb dort die Hinweisgebungen für den Wegebau (siehe Kapitel 5.5.2) heranzuziehen sind.

Detailpläne zum Parkhaus liegen dem IB KLEEGRÄFE nicht vor. Hinsichtlich der Höhenlage des Parkhauses werden daher entsprechende Annahmen getroffen. Es wird davon ausgegangen, dass die unterste Ebene des Parkdecks +/- höhengleich zur aktuellen Geländeoberkante im Umfeld von BS 1 zu liegen kommt (= ca. +375,0 m NHN).

Klärungsbedarf besteht nach Ansicht des IB KLEEGRÄFE hinsichtlich der geplanten LSW III, die unmittelbar angrenzend an das Parkhaus vorgesehen wird (ggf. integraler Bestandteil).

Annahmen zu Gründungshöhen:

<b>OK Fahrbahn unterste Ebene (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,00 m NHN</b>
<b>UK RStO-Aufbau</b>	<b>= +375,45 m NHN (OKF - 0,55 m)</b>
<b>UK Fundamente (frostfrei)</b>	<b>= +375,00 m NHN (OKF - 1,00 m)</b>
<b>mittlere GOK (Bereich BS 1 u. BS 3)</b>	<b>~ +375,35 m NHN (OKF - 0,65 m)</b>
<b>mittlere GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +375,10 m NHN (OKF - 0,90 m)</b>
<b>Grundwasser (04.-08.10.2021)</b>	<b>= +373,4 m NHN (OKF - 1,60 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,2 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Bodenverhältnisse (Fundamentbereich): Auf dem angenommenen, frostsicheren Fundament-Gründungsniveau bei mindestens 1,0 m u.GOK stehen aufgelockerte Fluvialtkiese an bzw. es liegt nach Abzug der Oberböden ein (geringes) Massendefizit ab Oberkante Erdplanum bis zur Unterkante Fundament vor, welches vorab auszugleichen ist. Unterhalb folgen jeweils +/- dicht gelagerte Fluvialtkiese, die einen gut tragfähigen Baugrund darstellen und bevorzugt zur Gründung herangezogen werden sollten

Grundwasser wurde örtlich erst unterhalb des g.g. Fundament-Gründungsniveaus erbohrt. Die Fundamente unterliegen einer permanenten/periodischen Grund- und Stauwasserbeeinflussung. Dies ist bei den Expositionsclassen entsprechend zu berücksichtigen.

Beurteilung: Oberflächennah ggf. anstehende weich konsistente Böden und die Auflockerungen stellen einen verbesserungsbedürftigen Baugrund dar. Fundamentgründungen auf diesen g.g. Böden werden abgelehnt. Demgegenüber werden die +/- dicht gelagerten Fluvialtkiese als ausreichend tragfähig und gründungsgeeignet eingestuft.

Vorschlag Bauweise: Sinnvoll ist eine Gründung über Einzelfundamente. Es sollte durchgängig auf dem dicht gelagerten Fluvialtkies gegründet werden. Ein örtlich vorhandener Massendefizitausgleich sollte dagegen nicht zur Fundamentgründung herangezogen werden.

Dies bedingt, ausgehend von herkömmlichen Fundamenteinbindungen von 1,0 m unter zukünftiger GOK, Tieferführungen von Fundamenten. Die Tieferführungen sollten mit Fundamentbeton bis UK Fundament hochgezogen werden. Der Verkehrsbereich sollte nach RStO errichtet werden.

Vorschlag Arbeitsablauf / Vorgehensweise:

- 1) Klärung der Errichtung der örtlich geplanten LSW III.
- 2) Abzug der 'Mutterböden' im Baufeldbereich.
- 3) Abschiebung bis UK RStO-Oberbau im gesamten Baufeld.
- 4) ggf. Ausgleich von Massendefiziten bis UK RStO-Aufbau
- 5) Aushub der Fundamentgruben/-gräben und Setzung 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 Böden sowie deren vollständige Entfernung.

Aushub: Sinnvoll ist die Ausschachtung mit einer Baggerschaufel ohne Zähne ('Schneidbestückung' / 'Flachlöffel'), um Auflockerungen zu vermeiden. Es sollte bei der Auskoffnung mittels Bagger rückschreitend und beim Schottereinbau '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 sollte ausschließlich ein Bagger auf Schotter innerhalb der Baufläche verkehren. Störungen der natürlichen Lagerung sowie Aufweichungen sind aufzunehmen und durch Schotter zu ersetzen.

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

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 Errichtung von Einzelfundamenten**

Vorgeschlagen wird die Gründung über Einzelfundamente. Vorgeschlagen wird eine **durchgängige Gründung auf dicht gelagerten Fluvialtkiesen**.

Angeratene Gründungsmaßnahmen:

- Die Einzelfundamentgruben sollten mittels Bagger geschaffen werden.
- Sollten auf dem frostsicheren Gründungsniveau von 1 m u.GOK locker gelagerte Fluvialtkiese oder Restmächtigkeiten des Massendefizitausgleichs anstehen, so sollten diese durch mittels **Fundamenttieferführungen** durchörtert und die Fundamente auf +/- dicht gelagerten Fluvialtkiesen abgesetzt werden.
- Bei Vorlage bindiger Böden wird die Herstellung eines auf die anfallenden Fundamentlasten angepassten Schotterpolsters (Güteschotter + Einlage eines Geotextils) erforderlich.
- Das Gründungsniveau sollte fachgutachterlich abgenommen und freigegeben werden.
- Offensichtliches Lockermaterial ist aufzunehmen. Nachverdichtungen der bindigen Böden dürfen keinesfalls erfolgen.
- Die Tieferführung sollte mit **Fundamentbeton** (Mindestgüte: C20/25) bis UK Fundamente hochgezogen werden. Bei Verwendung von Fundamentbeton braucht kein zusätzlicher Lastabtragswinkel berücksichtigt werden.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Einzelfundamente): Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird für die Vorplanung mit einer Größenordnung von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  (Einzelfundamente; Gründung auf dicht gelagerten Fluviatilkiesen) angenommen und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden.

Es werden allgemein Setzungsunterschiede von gründungstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u \leq 1,0 \text{ cm}$  erwartet.

Setzungsunterschiede dieser Größenordnung führen bei derartigen Bauwerken in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

Ingenieurgeologische Abnahme: Nach Auskofferung 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 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 wird eine Stau- und Grundwasserbeeinflussung der Fundamente des Plangebäudes erwartet. Dies ist bei der Auswahl der Betonsorte zu berücksichtigen (Stichwort: Expositionsklassen).

Salzwassereintrag: Es ist 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 die Fundamente eine Rissbreitenbeschränkung und ein geeignetes Oberflächenschutzsystem (Bodenbereich) zu berücksichtigen.

### 5.5.2 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.

Das Erdplanum führt vermutlich 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.

**Ausgangswert der Bemessung ist ein F 3 Boden als Erdplanum. Hieraus ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm bei Ansatz der Bk0,3.**

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  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , 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' vorkommt. 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 18:** 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: 55 cm**

**Abzüglich einer 8 cm starken Pflasterung und einer 4 cm starken Pflasterbettung ist zur Herstellung einer ausreichenden Frostsicherheit damit der Einbau einer insgesamt 43 cm starken Schotterschicht ausreichend. Eine zusätzliche Bemessung in Anlehnung an die Tabelle 8 der RStO im Hinblick auf die Sicherstellung ausreichend hoher Tragfähigkeiten kann bei Herstellung ausreichend hoher Erdplanumstragfähigkeiten entfallen.**

Material: Das o.g. Schottermaterial sollte aus einem gütegeprüften Hartstein-Mineralgemisch bestehen. Das Material sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04) in der aktuellen Fassung zertifiziert sein (Forderung Güte. 'Schottertragschicht').

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 / Kies-Sand: 45°; notwendiger seitlicher Überstand). Die Einbaustärke einzelner Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten.

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.

## 5.6 Hinweisgebung zur Errichtung PZ-Gebäude

Planung: Es ist die Errichtung eines freistehenden U-förmigen Gebäudes als sogenanntes 'PZ Weichering' geplant. Das Gebäude soll eine Grundfläche von etwa 280 m Länge und 140 m Breite (größte Länge x Breite) erhalten und nicht unterkellert werden. Es werden die eingangs aufgeführten Planhöhen angenommen.

Annahmen zur Gründung: Unmittelbar relevant sind die Untergrundverhältnisse im Bereich der Bohrungen BS 6, BS 8, BS 10, BS 13-15 und BS 21-29 der aktuellen Geländekampagne.

Geplant ist die Errichtung der Bodenplatte vermutlich als herkömmliche, mattenbewehrte Konstruktion.

Die Gründung der Halle erfolgt weitgehend über Einzelfundamente (Stützenfundamente), wohingegen der Verwaltungsbau (Umfeld BS 8) 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.

Die Fundamentgründungshöhen stellen Annahmen dar, die von bestehenden Standorten abgeleitet wurde. 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 (OKFF - 0,25 m)</b>
<b>UK Fundamente (überwiegend)</b>	<b>= +375,55 m NHN (OKFF - 2,05 m)</b>
<b>UK Fundamente (teilweise)</b>	<b>= +375,30 m NHN (OKFF - 2,30 m)</b>
<b>mittlere GOK (o.g. Bohrungen)</b>	<b>~ +375,03 m NHN (OKFF - 2,57 m)</b>
<b>mittlere GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,51 m NHN (OKFF - 3,09 m)</b>
<b>Grundwasser (04.-08.10.2021)</b>	<b>= +373,4 m NHN (OKFF - 4,20 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,2 m u.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 größtenteils ein deutliches Massendefizit bis zur OK Erdplanum vor, welches als Sowieso-Aufwand vorab auszugleichen ist. Lokal können dabei auf Erdplanum aufgelockerte, +/- verlehnte Fluviatilsande anstehen. Untergrundprägend treten auf Erdplanum jedoch überwiegend dicht gelagerte Fluviatilkiese auf.

**Beurteilung: Die oberflächennah anstehenden Böden sind bei Vorlage weicher bindiger Böden oder aufgelockerter Sande nicht unmittelbar ausreichend gründungsg geeignet. Die Fluviatilkiese in mindestens mitteldichter Lagerung stellen dagegen einen (unmittelbar) gründungsg geeigneten Baugrund dar.**

**Potenzielle aufgeweichte bindige und/oder organische Böden sowie aufgelockerte Sande sind aus dem Bereich des Gründungsplanums zu entfernen bzw. gegen Beton auszutauschen. Darüber hinaus wird lediglich empfohlen, eine Beton-Sauberkeitsschicht von ca. 15 cm unterhalb der geplanten Fundamente einzubringen.**

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.

Es wird eine zumindest zeitweilige Nässebeeinflussung der Fundamente durch Stau- und Grundwasser erfolgen.

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 Fundamente: Es wird eine Gründung über – ggf. lokal tiefergeführte – Einzel- oder Streifenfundamente auf einer geringmächtigen Beton-Sauberkeitsschicht auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiesen empfohlen. Baugrundverbessernde Schotterpolster, o.ä. werden nicht favorisiert.**

**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 Güteschotter (Mindestgüte: 'Frostschuttschicht') lagenweise bis UK Bodenplatte fachgerecht einzubauen. Hierauf gründet die Bodenplatte.

### **5.6.1 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 Schotterpolster. Es sollte eine Güteschotter-Mächtigkeit von mindestens 0,50 m vollflächig vorliegen.**

#### **- Angeratene Gründungsmaßnahmen:**

- Rückschreitender Aushub mit 'Schneide / Flachlöffel' bis mindestens 0,5 m unter UK EG-Bodenplatte. Restmächtigkeiten an organischen oder aufgeweichten, d.h. weich-breiigen oder breiigen bindigen Böden sind bis auf organikfreien bzw. zumindest weich bis weich-steif konsistenten Boden aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei müssen die Organikfreiheit und vollständige Entfernung von offensichtlichen Aufweichungen 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 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 Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, 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:  $E_{v2} \geq 100-120 \text{ MPa}$ ).

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen an den Untersuchungstagen (04.-08.10.2021) wird für die hier beschriebenen Arbeiten eine ‘offene’ Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) und Stauwasser zu fassen und abzuleiten.

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  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , 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  $V_{IH} 50 - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Anforderungen an das Mineralgemisch zum übrigen Massendefizitausgleich: Das nachfolgend beschriebene Mineralgemisch darf bis max. 0,5 m unter UK Bodenplatte eingebracht werden. Grundsätzlich darf ausschließlich volumenkonstantes, nicht schrumpf- oder quellfähiges sowie verdichtungsfähiges Material eingebaut werden. Holz, Plastik, bindige Böden, organische Böden sowie Gips, etc. dürfen daher nicht eingebaut werden.

Es darf ausschließlich Material eingebaut werden, welches der ZTV A-StB Verdichtbarkeitsklasse V 1 zugehörig ist. 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. Der organische Anteil des Einbaumaterials darf 2-Massen% nicht überschreiten.

Es wird gutachterlicherseits eine zu erreichende Proctordichte von  $D_{Pr} \geq 98 \%$  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 abzustimmen.

Massendefizitaufbau: Das Massendefizit von 0,5 m unter UK Bodenplatte bis UK Bodenplatte sollte mit **Güteschotter** (Beschaffenheit siehe unten) aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten. Auf OK Schotter (= Planum Bodenplatte) sollte ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100-120 \text{ MPa}$ , 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: Der Güteschotter sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04 in der aktuellen Fassung; Forderung Mindestgüte: 'Frostschuttschicht') zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100\%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). Das Schottermaterial muss einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4}$  m/s erreichen.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit einem Güteschotter 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 'Frostschuttschürzen' aus Beton eingebracht werden ('angehängte' Frostschuttschürze).

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 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 Tabelle 11), 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 kann der vorgenannte Wert und die damit verbundene Hinweisgebung noch angepasst werden.

Es wird eine exemplarische Wandscheibe mit einer Länge von 50,0 m herangezogen ('Ersatzfläche' = 50,0 x 1,0 m). Ein Ansatz von Untergrundnässe erfolgt basierend auf den Untersuchungsergebnissen vom Oktober 2021.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind der Tabelle 19 zu entnehmen.

Sohlspannung $\sigma$ / Unterbau	'Ersatzfläche'	Setzung s	Bettungsmodul $k_s$
$\sigma_{E,k} \sim 50 \text{ kN/m}^2$ 50 cm Schotterpolster + V1-Material	50,0 x 1,0 m	ca. 0,1 cm	49,1 $\text{MN/m}^3$

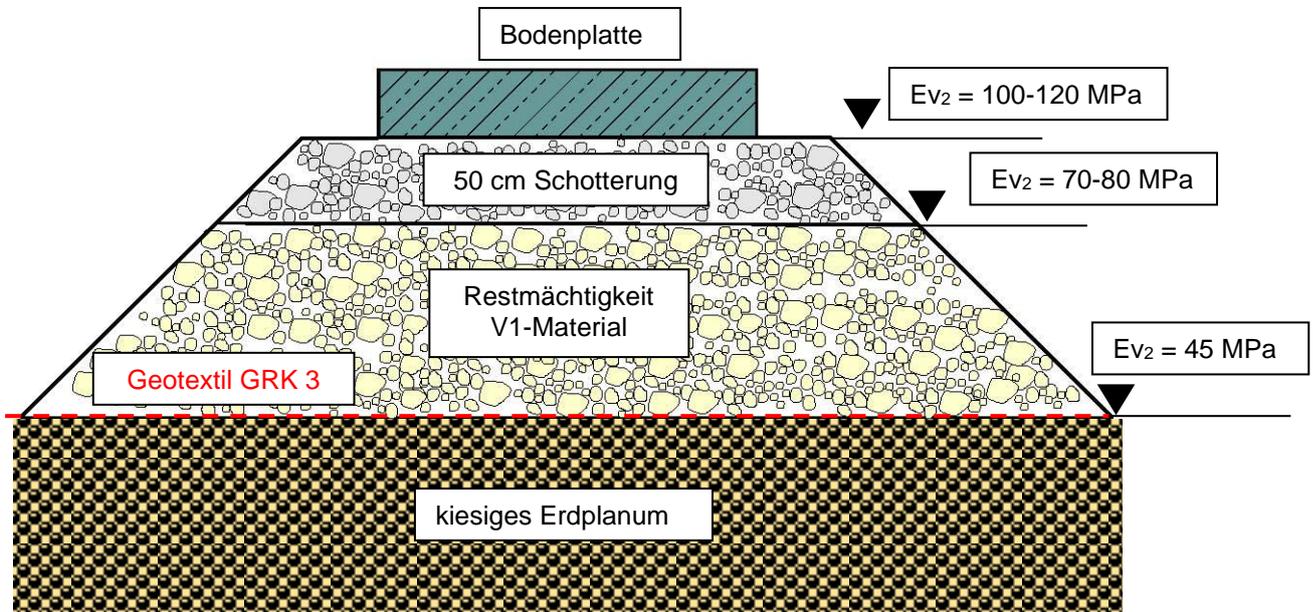
**Tabelle 19:** Orient. Setzungsberechnung / Eingangs-Bettungsmodul (EG-Bodenplatte)

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 schematisch skizziert.



## 5.6.2 Errichtung von Einzel-Fundamenten

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen an den Untersuchungstagen (04.-08.10.2021) 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 Einzelfundamentgruben 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.

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 5.6 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 der Tabelle 11 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 für die Vorplanung mit einer Größenordnung von  $\sigma_{R,d} = 400$  kN/m<sup>2</sup> (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		af V1-Material über Fluviatil kies
Gesamtsetzung $S_g$ bei Fundament- breite $b$	b: 2,00 m	$S_g$ : 0,81 cm
	b: 2,20 m	$S_g$ : 0,89 cm
	b: 2,40 m	$S_g$ : 0,97 cm
	b: 2,60 m	$S_g$ : 1,04 cm
	b: 2,80 m	$S_g$ : 1,12 cm
	b: 3,00 m	$S_g$ : 1,19 cm

**Tabelle 20:** Setzungsbeträge, Bodenpressung (Einzelfundamente, Anlage 10.1)

Aufgrund der Gleichartigkeit des Untergrundes werden allgemein Setzungsunterschiede von gründungstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u \leq 1,0$  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.

Im Bereich des Verwaltungstraktes kann die oben beschriebene Gründung analog mit Streifenfundamenten ausgeführt werden.

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 Hinweisgebung zur Errichtung Sprinklerzentrale**

Planung: Es ist die Errichtung einer freistehenden Sprinklerzentrale geplant, die aus zwei oberirdischen Sprinklertanks und einem Technikgebäude bestehen soll. Es wird eine Höhenlage der Oberkante Bodenplatte(n) oberhalb der aktuellen GOK angenommen.

Annahmen zur Gründung: Maßgeblich sind die Untergrundverhältnisse der Bohrung BS 7 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 erfolgt dagegen wahrscheinlich über umlaufende Streifenfundamente. Genauere Angaben liegen nicht vor.

Grundsätzlich müssen die Fundamente frostfrei bei mind. 1,0 m unter zukünftiger GOK gründen. Es wird eine Gründung auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiesen oder dem Material eines Massendefizitausgleichs empfohlen.

Annahmen zu Gründungshöhen:

<b>OKFF Sprinklerzentrale/Tanks (+/- 0,00 m)</b>	<b>= +376,00 m NHN</b>
<b>UK Fundamente (frostfrei)</b>	<b>= +375,00 m NHN (OKFF - 1,00 m)</b>
<b>lokale GOK (Bereich BS 7)</b>	<b>= +375,32 m NHN (OKFF - 0,68 m)</b>
<b>GOK (nach Abzug Mubo)</b>	<b>~ +374,82 m NHN (OKF - 1,18 m)</b>
<b>Grundwasser (04.-08.10.2021)</b>	<b>= +373,4 m NHN (OKF - 1,60 m)</b>
<b>Bemessungswasserstand Grundwasser</b>	<b>ca. 0,2 m u.GOK</b>
<b>Bemessungswasserstand Stauwasser</b>	<b>aktuelle GOK</b>

Baugrund-/Grundwasserverhältnisse:

Die Bodenplatten kommen vermutlich deutlich oberhalb der aktuellen GOK zu liegen. Zur Herstellung einer ausreichenden Bettung wird der Einbau eines Schotterpolsters erforderlich.

Auf dem Fundament-Gründungsniveau steht vermutlich eine geringe Restmächtigkeit V1-Material des Massendefizitausgleichs an. Darunter folgt ein +/- dicht gelagerter Fluviatilkies.

Grundwasser: Innerhalb der Bohrung konnte an den Untersuchungstagen kein Grundwasser erbohrt werden. Der Bemessungswasserstand für den Faktor Stauwasser wird zum aktuellen Kenntnisstand in Höhe der aktuellen GOK angenommen.

Es wird von einer permanenten Nässebeeinflussung der Fundamente durch Stau- und Grundwasser ausgegangen. Eine Nässebeeinflussung der Bodenplatten ist bautechnisch zu verhindern.

**Beurteilung: Für die Bodenplatten ist ein ausreichend dimensioniertes Schotterpolster vorzusehen.**

**Aufgeweichte bindige und/oder organische Böden sind aus dem Bereich des Gründungsplanums der Fundamente zu entfernen bzw. gegen Beton auszutauschen. Aushubbedingte Auflockerungen der Kiese sollten durch eine Nachverdichtung beseitigt werden.**

**Gründungsvorschläge Fundamente:** Es wird eine Gründung über frostfrei abzusetzende Streifenfundamente auf einer geringmächtigen Beton-Sauberkeitsschicht auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkiesen oder dem bauteilangepasst nicht schlechter zu beurteilenden Material des Massendefizitausgleichs empfohlen.

**Gründungsvorschläge Bodenplatte(n):** Nach Abzug von Oberböden und Überschussmassen muss das Planum zunächst bis mindestens 85 cm unterhalb der UK Bodenplatte der Sprinklertanks und bis mindestens 30 cm unterhalb der UK Bodenplatte des Technikgebäudes ausgekoffert und (lagenweise) mit Frostschutzmaterial aufgebaut werden (größtenteils Sowieso-Aufwand).

### **5.7.1 Ausgleich von Massendefiziten / Bodenplattenerrichtung**

#### **- Angeratene Gründungsmaßnahmen:**

- Rückschreitender Aushub mit 'Schneide / Flachlöffel' bis mindestens 0,85 m bzw. 0,30 m unter UK EG-Bodenplatte(n). Restmächtigkeiten an organischen oder aufgeweichten bindigen Böden sind bis auf organikfreien, zumindest mitteldicht gelagerten Fluviatilkies aufzunehmen.
- Das Aushubplanum sollte ingenieurgeologisch abgenommen werden. Hierbei müssen die Organikfreiheit und vollständige Entfernung von offensichtlichen Aufweichungen nachgewiesen werden.
- Aufgelockerte Fluviatilkiese sollten dynamisch nachverdichtet werden.
- Auf das abgenommene Erdplanum sollte ein Geotextil (Details siehe unten) aufgelegt und seitlich bis zur OK Schotter hochgezogen werden.
- Für den Nachweis eines 'ausreichend tragfähigen' Erdplanums (Forderung  $E_{v2} > 45$  MPa) wird vermutlich keine zusätzliche Untergrundverbesserung erforderlich. Die Fluviatilkiese werden diesbezüglich als ausreichend tragfähig angesehen.
- Ausgleich sonstiger Massendefizite bis 0,85 m / 0,30 m unter UK Bodenplatte mit V1-Material (Beschaffenheit V1-Material siehe Kapitel 5.6).
- Auf das Geotextil/V1-Material sollte für den Sprinklertank 'vor-Kopf' eine mind. 85 cm mächtige Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, Beschaffenheit siehe unten) in drei Einbaulagen aufgetragen und ordnungsgemäß verdichtet werden.
- Auf das Geotextil/V1-Material sollte für das Technikgebäude 'vor-Kopf' eine mind. 30 cm mächtige Schotterlage (Vorschlag: 0/45 HKS Güteschotter, Beschaffenheit siehe unten) in einer Einbaulage 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: Sprinklertank  $E_{v2} \geq 100 - 120$  MPa; Technikgebäude  $E_{v2} \geq 70 - 80$  MPa).

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen an den Untersuchungstagen (04.-08.10.2021) wird für die hier beschriebenen Arbeiten eine 'offene' Wasserhaltung ausreichend sein, um ggf. anfallendes Tagwasser (Niederschlagswasser) oder Schicht-/Stauwasser zu fassen und abzuleiten.

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  $\geq 150 \text{ g/m}^2$ , 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  $V_{IH 50} - 1,00^{-1} \text{ m/s}$ .

Massendefizitaufbau: Das Massendefizit von 0,85/0,30 m unter UK Bodenplatte bis UK Bodenplatte sollte mit **Güteschotter** (Beschaffenheit siehe unten) aufgebaut und auf 100 % Proctordichte verdichtet werden. Die Lagenmächtigkeit sollte 0,3 m nicht überschreiten.

Auf OK Schotter (= Planum Bodenplatte) 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: Der Güteschotter sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/45 mm HKS-Kalksteinschotter, gebrochen). Der Schotter sollte nach den 'Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004' (TL Gestein-StB 04, aktuelle Ausgabe; Forderung Mindestgüte: 'Frostschuttschicht') zertifiziert sein.

Dies sollte von der Bauleitung anhand der Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls schrumpf- oder quellfähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung sollte mit einem Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} = 100 \%$  erfolgen. Es ist auf den Druckausbreitungswinkel zu achten (Schotter:  $45^\circ$ ). Das Schottermaterial muss einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  erreichen.

Arbeitsraumverfüllung: Die Verfüllung möglicher Arbeitsräume sollte lagenweise mit einem Güteschotter erfolgen (maximale Lagenmächtigkeit 30 cm). Die Arbeitsraumverfüllung sollte mit  $D_{Pr} > 100 \%$  Proctordichte erfolgen.

Frostsicherheit: Es ist in frostsicherer Tiefe zu gründen ( $\geq 1,0 \text{ m}$ ). Bei der anzunehmenden Streifenfundamentgründung des Technikgebäudes brauchen keine zusätzlichen Frostschuttschürzen errichtet zu werden.

Für den Sprinklertank besteht bei einer Einbindung der Bodenplatte von 15 cm gegenüber der umgebenden GOK und bei Verwendung ausreichend frostsicherer Material (Güte: Frostschuttschicht) eine ausreichend tiefe Frostschuttschürze. In diesem Fall brauchen keine zusätzlichen Frostschuttschürzen errichtet zu werden.

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 mit ähnlichen Bauwerken für die Vorplanung zunächst mit  $\sigma_{E,k} \sim 100 \text{ kN/m}^2$  angenommen ( $\sigma_{R,d} = 145 \text{ kN/m}^2$ ).

Da der Hauptlastabtrag des Technikgebäudes über Streifenfundamente erfolgt, werden im Bodenplattenbereich in erster Linie die Eigenlast ausschlaggebend sein. Hier wird zunächst von einem Lastanfall von nicht mehr als  $\sigma_{E,k} \sim 50 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen ( $\sigma_{R,d} = 70 \text{ kN/m}^2$ ).

Es werden allgemein Setzungsunterschiede von gründungstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u \leq 1,0 \text{ cm}$  erwartet.

Setzungsunterschiede dieser Größenordnung führen bei derartigen Bauwerken in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

Unter Berücksichtigung von aktuell nicht vorliegender Planstatik kann der vorgenannte Wert und die damit verbundene Hinweisgebung noch angepasst werden.

Es sollte für die Vorplanung zunächst ein Bettungsmodul von  **$k_s = 25 \text{ MN/m}^3$**  für die Bodenplatten von Sprinklertanks und Technikgebäude 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: Für die Bauteile 'Technikgebäude' und die 'Sprinklertanks' wird auf Grundlage der oben angenommenen Planhöhen in Verbindung mit dem örtlichen Bemessungswasserstand eine Abdichtung nach DIN 18533 W2.1-E erforderlich werden.

## 5.7.2 Errichtung von Streifen-Fundamenten

Wasserhaltung: Ausgehend von den Verhältnissen an den Untersuchungstagen (04.-08.10.2021) 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 Voruntersuchungen zu überprüfen.

Gründungsvorschlag Streifenfundamente: Die auf herkömmlichen Gründungsniveau einer Fundamentgründung vorliegenden Böden weisen weitgehend eine unmittelbar ausreichende Gründungseignung für die geplante Lasteinleitung auf.

Die geplanten Streifenfundamente müssen auf zumindest mitteldicht gelagerten Fluvialtkiesen oder dem bauteilangepasst nicht schlechter zu beurteilenden Material des Massendefizitausgleichs gegründet werden. Auf den vorgenannten Böden können die Fundamente (zzgl. der empfohlenen Beton-Sauberkeitsschicht) direkt gegründet werden.

Aufgeweichte bindige oder organische (Füll-)Böden müssen hingegen vollständig aus dem Bereich des Gründungsplanums entfernt werden, was ggf. lokale Fundamenttieferführungen erforderlich machen kann, die dann in Beton ausgeführt werden sollten.

Bodenpressung / Setzungsberechnung (Streifenfundamente): Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wird für die Vorplanung mit einer Größenordnung von  $\sigma_{R,d} = 400 \text{ kN/m}^2$  (Streifenfundamente) angenommen und sollte ohne Rücksprache mit dem IB KLEEGRÄFE zunächst nicht überschritten werden. Höhere Sohlwiderstände können ggf. über vergrößerte Fundamenteinbindetiefen realisiert werden.

Es werden allgemein Setzungsunterschiede von gründerstechnisch günstigen zu ungünstigen Untergrundbereichen von  $s_u \leq 1,0 \text{ cm}$  erwartet.

Setzungsunterschiede dieser Größenordnung führen bei derartigen Bauwerken in der Regel nicht zu einer Überbeanspruchung der Bauwerkskonstruktion.

Betonqualität / Trockenhaltung der Bauwerke: Ausgehend vom derzeitigen Kenntnisstand wird eine mindestens periodische Nässebeeinflussung der Fundamente des Technikgebäudes durch Stau- und Grundwasser erwartet. Diese Tatsachen sind bei der Betonauswahl zu beachten (Stichwort Expositionsklassen, DIN EN 206-1:2001 / DIN 1045-2:2001).

## **5.8 Hinweisgebung zur Errichtung von Kanälen**

Vorbemerkung: Kanalbaumaßnahmen werden aktuell allseitig des PZ-Hauptgebäudes und im Innenhof vorgesehen. In den vorliegenden Plaunterlagen ist ausschließlich die Neuerrichtung von Regenwasserkanälenvorgesehen, die zu großen Teilen als Stauraumkanäle genutzt werden sollen.

Die Kanäle sollen größtenteils in ´offener´ Bau- und überwiegend hydraulischer Arbeitsweise erstellt werden (Ausnahme: Pumpstrecken in Rückhalteeinrichtung und Ablauf in Altarm).

Es wird eine Bauweise mit Stahlbetonrohren für den Stauraumkanal mit einem Nenndurchmesser von DN 2.000 mm geplant.

**Boden-/Grundwasserverhältnisse Kanalsohlen/Bauwerke:** Planhöhen liegen nicht vor. Es erfolgt daher eine überschlägig-grobe Betrachtung auf Grundlage der orientierenden Untersuchungen. Es werden überwiegend Fluviatilkiese im Sohlbereich anstehen.

**Grundwasser wurde im Zuge der Geländearbeiten (04.08.10.2021) bei einem mittleren Flurabstand von 1,60 m u.GOK bzw. einer mittleren Höhenkote von +373,4 m NHN angetroffen. Der Großteil der Schächte und Kanäle und insbesondere der Stauraumkanal sowie der geplante Lamellenklärer liegen damit ´im Grundwasser´. Es wird die Beachtung des Faktors ´Auftrieb´ bis zum örtlich ungünstigsten Bemessungswasserstand (Stauwasser bis aktuelle GOK oder Grundwasser bis 0,2 m u.GOK).**

### **Maßnahmenvorschläge:**

Zeitliche Durchführung: Es wird angeraten, die Arbeiten in einer erfahrungsgemäß trockenen Witterungsperiode durchzuführen. Bei hohen Grundwasserständen wird eine ggf. äußerst aufwendige Intensivierung der Grundwasserabsenkung erforderlich.

Bemessungswasserstand / Auftriebsicherheit: Für die Maßnahme wurde orientierend ein Grundwasser-Bemessungsstand von von 0,2 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 einem Löffelbagger mit sog. 'Schneidbestückung' erfolgen, um unnötige Auflockerungen im Homogenbereich ERD 1 zu vermeiden.

Wasserhaltung: Bauzeitlich ist muss das Grundwasser grundsätzlich bis mindestens 0,5 m unter Aushubsohle abgesenkt werden.

Bei Verhältnissen wie an den Untersuchungstagen wird bei typischen Verlegetiefen der Einsatz einer offenen Wasserhaltung nicht mehr ausreichend sein.

Bei ähnlichen wie den im Untersuchungszeitraum festgestellten Grundwasserständen ist mindestens für die Errichtung des Stauraumkanals, des Lamellenklärs und ggf. weiterer Bauteile von der Notwendigkeit zum Einsatz einer 'geschlossenen Grundwasserhaltung' auszugehen.

Bei Grundwasserverhältnissen ab etwa 0,5 m oberhalb des Aushubplanums (und höher) wird dringend eine **vorlaufende Entwässerung / Grundwasserabsenkung durch die Errichtung von Bohrbrunnen (sog. 'Flachhaltungen')** angeraten (jeweils bauteilumlaufend).

**Aufgrund der Baugrubengrößen und der (sehr) starken Durchlässigkeit der maßgeblich zu entwässernden Fluviatilkieste von  $k_f (>) > 10^{-4}$  m/s, ist von erheblichen anfallenden Wassermengen bei Maßnahmenstart und im quasistationären Zustand auszugehen.**

Es sollten darüber hinaus Pumpensümpfe ('offene Wasserhaltung') im Zentralbereich des Baufeldes der Kläranlage eingeplant werden, um dort eine 'geschlossene Wasserhaltung' zu unterstützen.

Die Einbindetiefe der Brunnen bedarf der Spezifizierung durch den Absenker. Es muss das gesamte Bodenprofil zuverlässig entwässert werden. Detailfestlegungen müssen vom Absenker vorgenommen werden.

Die Anzahl und die Abstände der Brunnen, der Vakuumdruck und die Vorlaufzeit sind von der ausführenden Firma zu bestimmen, da diese Faktoren geräteabhängig sind. Den angefragten Firmen sollte für die Angebotserstellung die vorliegende Stellungnahme zur Verfügung gestellt werden.

**Bei Unklarheiten hinsichtlich der gesicherten Durchführung der Grundwasserhaltung sollten vorab Pumpversuche durch den Absenker durchgeführt und entsprechend ausgewertet werden.**

Die Brunnen benötigen eine ausreichend lange Vorlaufzeit und müssen permanent und ausfallgesichert bis zum auftriebssicheren Zustand in Betrieb bleiben. Hierfür ist von Seiten der Statik ein **Auftriebssicherungskonzept** notwendig.

Bezüglich der Einleitung der bei einer Wasserhaltung anfallenden Wässer in einen öffentlichen Kanal ist die Erlaubnis bei der Gemeinde Weichering zu beantragen. Bei Einleitung in ein offenes Gewässer (z.B. Graben/Kanal am westlichen oder nördlichen Grundstücksrand oder den Altarm) oder einer Wiedereinleitung über Sickerbrunnen, ist die Genehmigung bei der Unteren Wasser- und Bodenschutzbehörde beim Landratsamt Neuburg-Schrobenhausen zu beantragen.

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

Verbau: 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 RW-Kanäle bzw. -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. Die in Tabelle 11 (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 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.

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

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

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

Ergänzend empfiehlt die ATV/DVWK-A 139 zwecks Vermeidung von Setzungen und Rohrschäden, dass die Bettungsschicht in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser grundsätzlich auf  $a = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN}$  (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). Dies betrifft den größten Teil der RW-Kanaltrasse.

**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-Material 0/32 mm bzw. 0/45 mm: Das Auftragsmaterial zur Gründung sollte aus einem gütegeprüften Mineralgemisch bestehen (z.B. 0/32 mm Natursteinmaterial, gebrochen). Der Schotter sollte nach den '*Technischen Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau - Ausgabe 2004*' (TL Gestein-StB 04) zertifiziert sein. Dies sollte von der Bauleitung anhand der

Lieferscheine kontrolliert werden. Es darf keinesfalls quell- oder schrumpffähiges Material verwendet werden. Die Schotterverdichtung 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. 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.

Rohrleitungszone und Grabenverfüllung: Bei Rohrleitungen mit Fuß kann auf ein Sandbett verzichtet werden; hier erfolgt eine direkte Auflagerung auf dem Material des 'Rohraufagers'.

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: 0/32 mm HKS bzw. 0/45 mm HKS).**

**Bei in PP auszuführenden Kanaltrassen sind die Seitenverfüllung und die Rohrüberdeckung ebenfalls in dem Material der Bettung herzustellen (hier: 0/8 mm Kies-Sand).**

**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  $\sigma_{E,k} = 280 \text{ kN/m}^2$  nicht überschritten werden, um lastinduzierte Gesamtsetzungen zu minimieren bzw. Setzungsunterschiede zu vermeiden.

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.

## 6. Anlagen

- Anlage 1.1: Lageplan (1:1.000)
- Anlage 2.1-2.6: Schichtendarstellung / Rammdiagramme
- Anlage 3.1-3.4: Korngrößenanalysen (Kornsummenkurven)
- Anlage 4.1: Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 5.1: Glühverlustbestimmungen
- Anlage 6.1-6.4: Konsistenzgrenzenbestimmungen
- Anlage 7.1: Versickerungsversuche im Gelände
- Anlage 8.1: Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)
- Anlage 9.1: Fotodokumentation
- Anlage 10.1: Setzungsberechnungen (Einzelfundamente)

**Kleegräfe**  
- Geotechnik GmbH -

Dipl.-Ing. (FH) J. Kleegräfe

(Beratender Ingenieur / geschäftsführender Gesellschafter)

V. Thiemann

(Dipl.-Geol.)

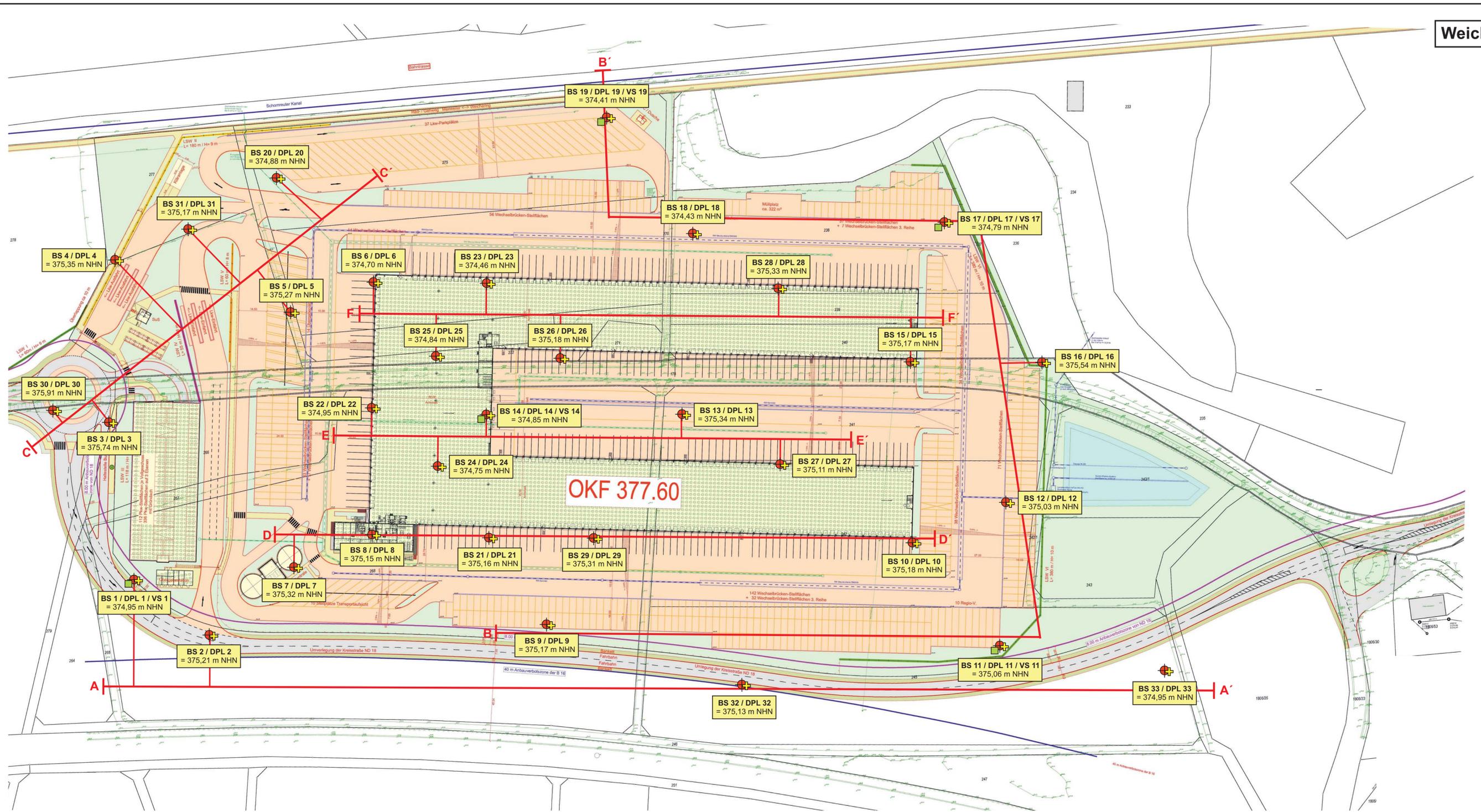


Verteiler: DPDHL CREM GMBH  
Fritz-Erler-Straße 5, 53113 Bonn

(1 x + pdf)

ANLAGE 1.1

Lageplan (1:1.000)



Planquelle: IKG Meschede

**Zeichenerklärung:**

	BS Kleinbohrung gemäß DIN EN ISO 22475-1
	DPL Rammsondierung gemäß DIN EN ISO 22476-2
	VS Versickerungsversuch im Gelände

<b>KLEEGRÄFE</b> Kleegräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt - Bad Waldliesborn Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
<b>Lageplan</b>		
Maßnahme: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr. 201252 A 1	Anlage: 1
- orientierende Baugrunderkundung / orientierende Gründungsberatung -		
Auftraggeber: Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	Blatt: 1 17.11.2021 Klee/Mey/Bahr/ Stb/Gebb	M. 1 : 1.000

ANLAGE 2.1 - 2.6

Schichtendarstellung / Rammprogramme



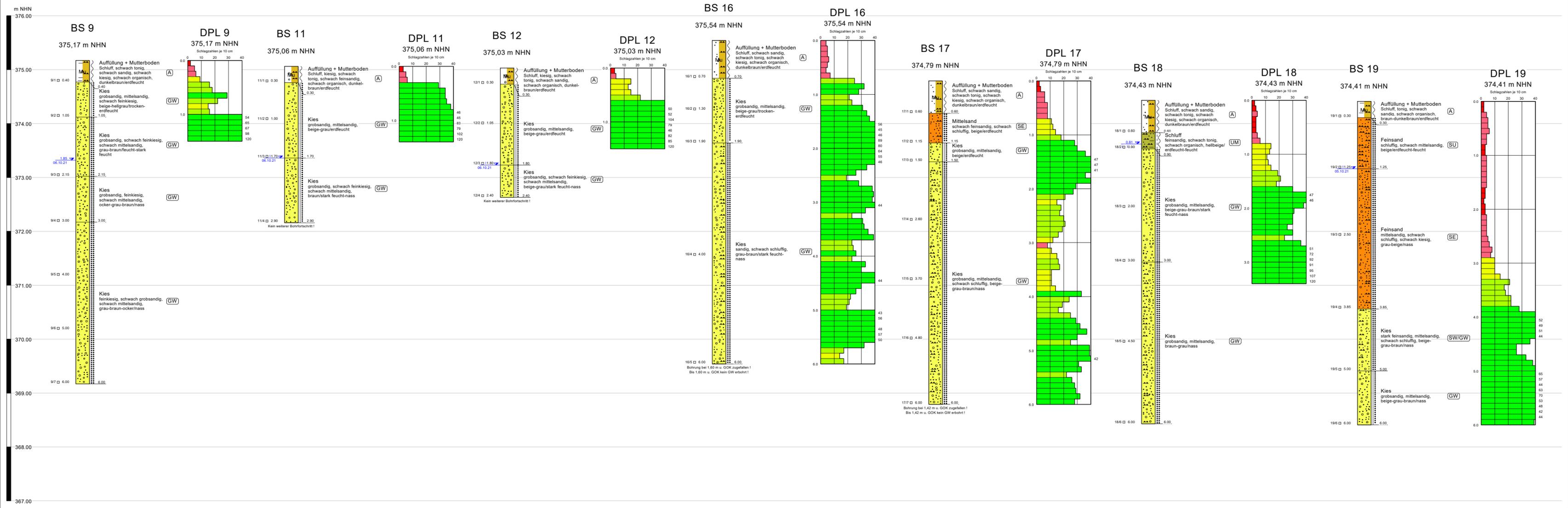
**Legende**

steif	Ton	Feinkies
weich - steif	Schluff	Mutterboden
weich	Sand	Auffüllung
locker bis sehr locker	Feinsand	
mitteldicht	Mittelsand	<b>Legende DPL</b>
dicht	Grobsand	sehr locker
	Kies	locker
		mitteldicht
		dicht
		sehr dicht

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

**Schichtendarstellung**

<b>Maßnahme:</b> Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	<b>Bearb.-Nr.:</b> 201252 Anlage 2.1
<b>- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -</b>	<b>Geologe:</b>
<b>Auftraggeber:</b> Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	<b>Fr. Weinstock</b> <b>Datum:</b> 04.-08.10.2021



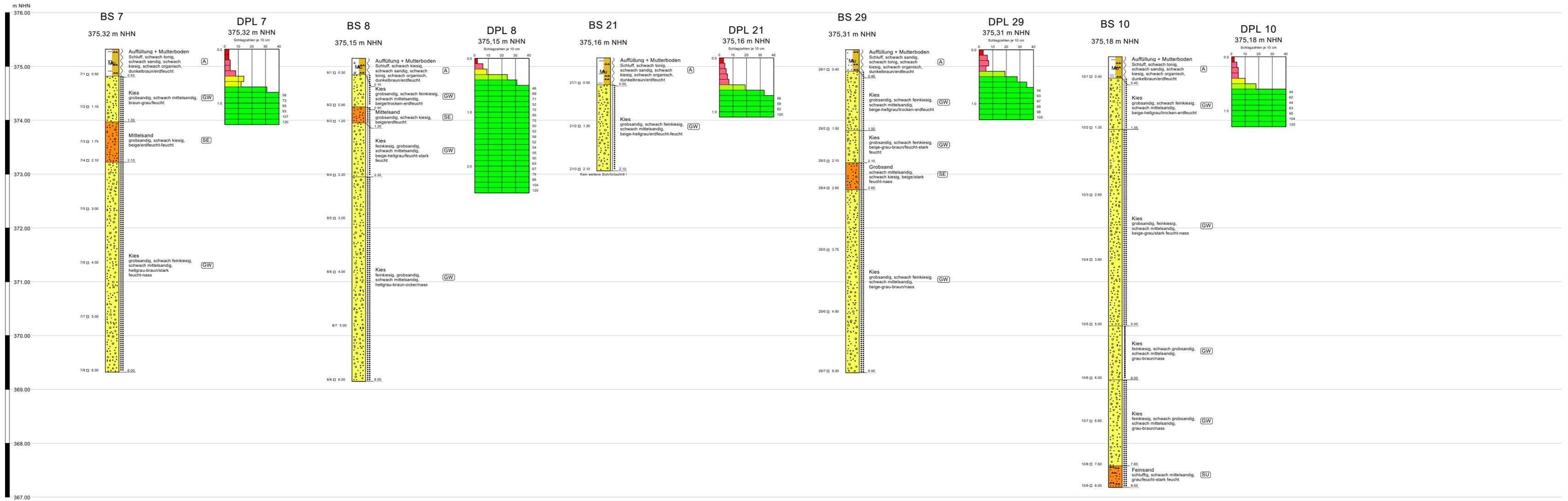
Legende		
	steif	
	weich - steif	
	weich	
	locker bis sehr locker	
	mitteldicht	
	dicht	
	Ton	
	Schluff	
	Sand	
	Feinsand	
	Mittelsand	
	Grobsand	
	Kies	
	Feinkies	
	Mutterboden	
	Auffüllung	
Legende DPL		
	sehr locker	
	locker	
	mitteldicht	
	dicht	
	sehr dicht	

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.:	201252
			Anlage 2.2
- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -		Geologe:	Fr. Weinstock
Auftraggeber:	Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	Datum:	04.-08.10.2021





**Legende**

steif	Ton	Feinkies
weich - steif	Schluff	Mutterboden
weich	Sand	Auffüllung
locker bis sehr locker	Feinsand	
mitteldicht	Mittelsand	
dicht	Grobsand	
	Kies	

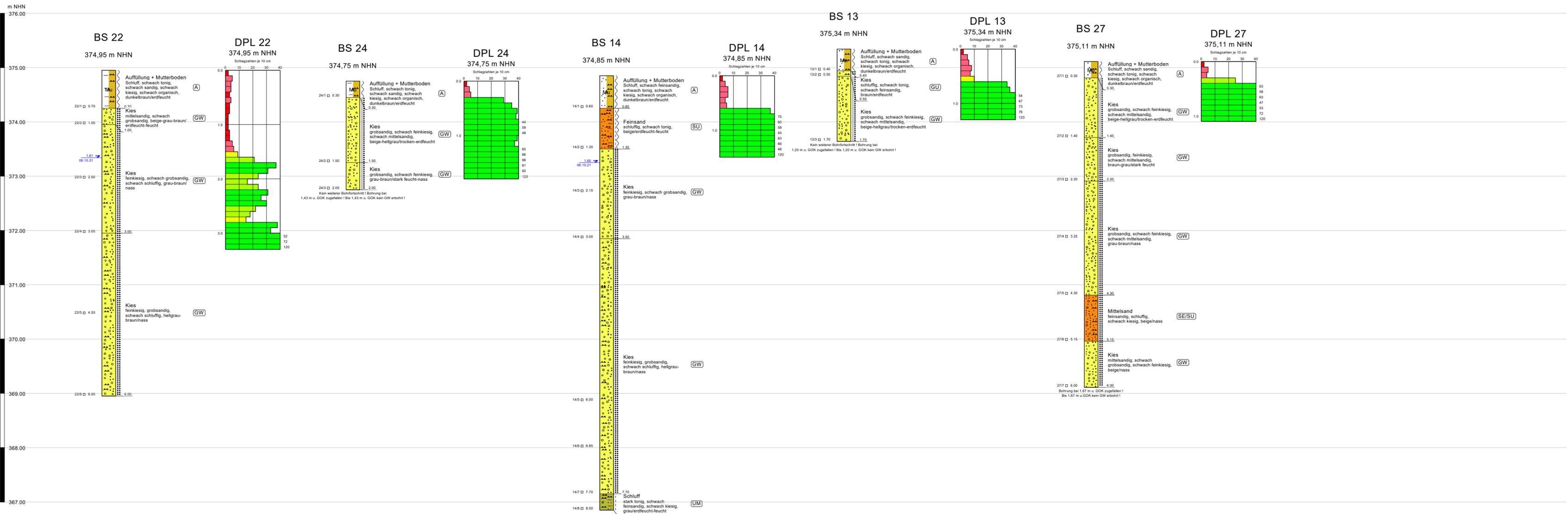
**Legende DPL**

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.	201252
			Anlage 2.4
- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -		Geologe:	Fr. Weinstock
Auftraggeber:	Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	Datum:	04.-08.10.2021

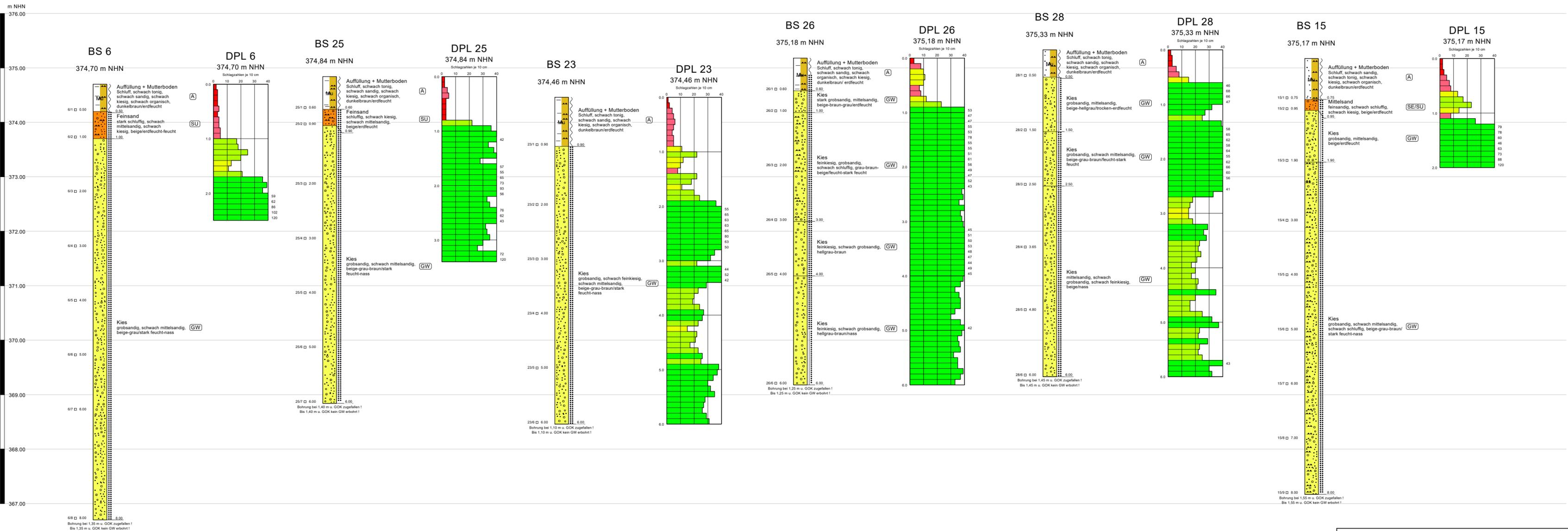


Legende	
steif	Ton
weich - steif	Schluff
weich	Sand
locker bis sehr locker	Feinsand
mitteldicht	Mittelsand
dicht	Grobsand
	Kies
	Feinkies
	Mutterboden
	Auffüllung

Legende DPL	
sehr locker	sehr dicht
locker	mitteldicht
mitteldicht	dicht
dicht	sehr dicht

<b>KLEEGRÄFE</b>		
KleeGräfe Geotechnik GmbH Holzstraße 212 59556 Lippstadt Tel.: 02941-5404 Fax: 02941-3582		
<b>Schichtendarstellung</b>		
Maßnahme:	Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr. 201252
		Anlage 2.5
- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -		Geologe:
Auftraggeber:	Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	Fr. Weinstock Datum: 04.-08.10.2021



**Legende**

steif	Ton	Feinkies
weich - steif	Schluff	Mutterboden
weich	Sand	Auffüllung
locker bis sehr locker	Feinsand	
mitteldicht	Mittelsand	
dicht	Grobsand	
	Kies	

**Legende DPL**

sehr locker
locker
mitteldicht
dicht
sehr dicht

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

**Schichtendarstellung**

Maßnahme:	Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering	Bearb.-Nr.	201252
			Anlage 2.6
- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -		Geologe:	
Auftraggeber:	Deutsche Post DHL Corporate Real Estate Management GmbH Fritz-Erler-Straße 5 53113 Bonn	Fr. Weinstock	Datum: 04.-08.10.2021

ANLAGE 3.1 – 3.4

Korngrößenanalysen  
(Kornsummenkurven)

# Körnungslinie

Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering

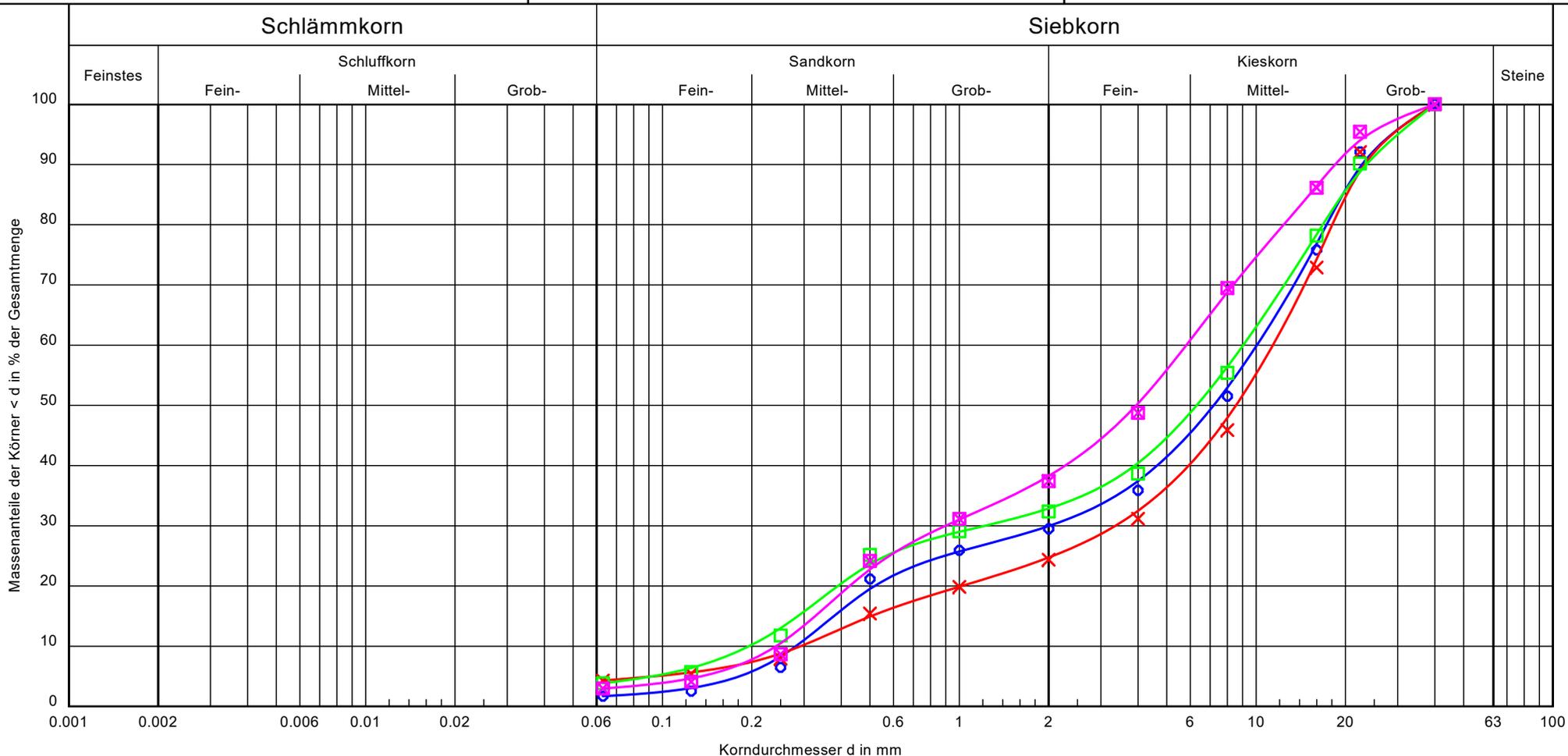
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse



Bezeichnung:	Probe 8/4	Probe 10/3	Probe 11/2	Probe 13/3
Tiefe:	1,20 - 2,20 m	1,35 - 2,60 m	0,30 - 1,00 m	0,50 - 1,70 m
Entnahmestelle:	BS 8	BS 10	BS 11	BS 13
Cu/Cc	35.8/1.4	39.1/3.4	46.3/0.8	24.2/0.6
T/U/S/G [%]:	- /1.7/28.2/70.0	- /4.3/20.4/75.3	- /3.9/29.0/67.1	- /3.0/35.3/61.7

Bemerkungen:  
 8/4: kf-Wert (Beyer):  $4,73 \times 10^{-4}$  m/s  
 10/3: kf-Wert (Beyer):  $5,09 \times 10^{-4}$  m/s  
 11/2: kf-Wert (Beyer):  $2,29 \times 10^{-4}$  m/s  
 13/3: kf-Wert (Beyer):  $3,48 \times 10^{-4}$  m/s

Bericht: 201525  
 Anlage: 3.1

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 8/4  
 Tiefe: 1,20 - 2,20 m  
 Entnahmestelle: BS 8  
 Cu/Cc 35.8/1.4  
 T/U/S/G [%]: - / 1.7 / 28.2 / 70.0  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.281 / 2.010 / 10.055  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 485.21

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
40.0	0.00	0.00	100.00
22.4	38.41	7.92	92.08
16.0	78.97	16.28	75.81
8.0	117.85	24.29	51.52
4.0	75.81	15.62	35.90
2.0	31.09	6.41	29.49
1.0	17.25	3.56	25.93
0.5	23.09	4.76	21.17
0.25	71.18	14.67	6.50
0.125	19.17	3.95	2.55
0.063	4.05	0.83	1.72
Schale	8.34	1.72	-
Summe	485.21		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 10/3  
Tiefe: 1,35 - 2,60 m  
Entnahmestelle: BS 10  
Cu/Cc 39.1/3.4  
T/U/S/G [%]: - / 4.3 / 20.4 / 75.3  
d10/d30/d60 [mm]: 0.291 / 3.355 / 11.382  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 415.72

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
40.0	0.00	0.00	100.00
22.4	32.95	7.93	92.07
16.0	79.76	19.19	72.89
8.0	112.24	27.00	45.89
4.0	61.18	14.72	31.17
2.0	28.32	6.81	24.36
1.0	18.65	4.49	19.87
0.5	18.40	4.43	15.45
0.25	31.17	7.50	7.95
0.125	10.41	2.50	5.45
0.063	4.72	1.14	4.31
Schale	17.92	4.31	-
Summe	415.72		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 11/2  
Tiefe: 0,30 - 1,00 m  
Entnahmestelle: BS 11  
Cu/Cc 46.3/0.8  
T/U/S/G [%]: - / 3.9 / 29.0 / 67.1  
d10/d30/d60 [mm]: 0.195 / 1.217 / 9.044  
Siebanalyse:  
Trockenmasse [g]: 462.76

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
40.0	0.00	0.00	100.00
22.4	45.53	9.84	90.16
16.0	55.42	11.98	78.19
8.0	105.46	22.79	55.40
4.0	77.39	16.72	38.67
2.0	29.13	6.29	32.38
1.0	15.19	3.28	29.09
0.5	18.08	3.91	25.19
0.25	61.99	13.40	11.79
0.125	28.10	6.07	5.72
0.063	8.63	1.86	3.86
Schale	17.84	3.86	-
Summe	462.76		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 13/3  
 Tiefe: 0,50 - 1,70 m  
 Entnahmestelle: BS 13  
 Cu/Cc 24.2/0.6  
 T/U/S/G [%]: - / 3.0 / 35.3 / 61.7  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.241 / 0.898 / 5.817  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 482.17

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
40.0	0.00	0.00	100.00
22.4	22.01	4.56	95.44
16.0	44.84	9.30	86.14
8.0	80.32	16.66	69.48
4.0	99.90	20.72	48.76
2.0	54.63	11.33	37.43
1.0	30.25	6.27	31.15
0.5	33.57	6.96	24.19
0.25	74.78	15.51	8.68
0.125	22.09	4.58	4.10
0.063	5.31	1.10	3.00
Schale	14.47	3.00	-
Summe	482.17		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering

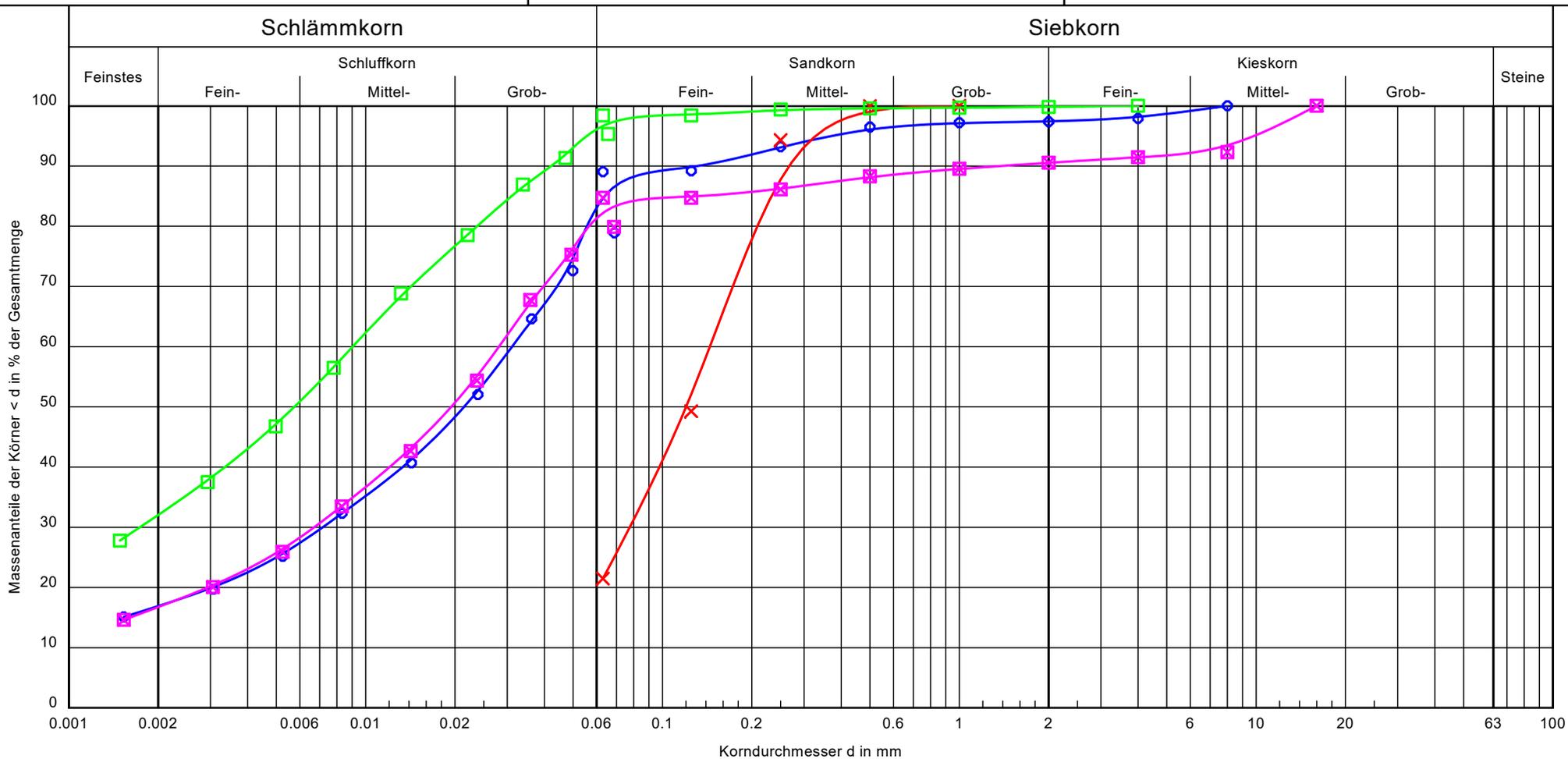
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse



Bezeichnung:	Probe 18/2	Probe 19/2	Probe 20/3	Probe 30/2
Tiefe:	0,60 - 0,90 m	0,30 - 1,25 m	1,30 - 2,35 m	0,80 - 1,70 m
Entnahmestelle:	BS 18	BS 19	BS 20	BS 30
Cu/Cc	-/-	-/-	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	16.9/67.7/12.8/2.6	- /21.5/78.5/ -	32.0/64.6/3.2/0.2	16.7/65.4/8.4/9.5

Bemerkungen:  
 18/2: kf-Wert (Mallet/Pacquant):  $3,5 \times 10^{-6}$  m/s  
 18/2: kf-Wert (Beyer):  $<1,0 \times 10^{-5}$  m/s  
 18/2: kf-Wert (Mallet/Pacquant):  $<6,0 \times 10^{-9}$  m/s  
 30/2: kf-Wert (Mallet/Pacquant):  $5,4 \times 10^{-9}$  m/s

Bericht: 201525  
 Anlage: 3.2

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 18/2

Tiefe: 0,60 - 0,90 m

Entnahmestelle: BS 18

Cu/Cc -/-

T/U/S/G [%]: 16.9 / 67.7 / 12.8 / 2.6

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.007 / 0.031

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 38.20

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 34.08

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 [%]
8.0	0.00	0.00	100.00
4.0	0.80	2.09	97.91
2.0	0.21	0.55	97.36
1.0	0.06	0.16	97.20
0.5	0.28	0.73	96.47
0.25	1.24	3.25	93.22
0.125	1.53	4.01	89.21
0.063	0.06	0.16	89.06
Schale	34.02	89.06	-
Summe	38.20		
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	17.60	18.80	0.0689	20.0	127.29	1.00541	78.90
0	1	16.10	17.30	0.0498	20.0	133.29	1.00541	72.61
0	2	14.20	15.40	0.0362	20.0	140.89	1.00541	64.63
0	5	11.20	12.40	0.0239	20.0	152.89	1.00541	52.04
0	15	8.50	9.70	0.0143	20.0	163.69	1.00541	40.71
0	46	6.50	7.70	0.0083	20.1	171.69	1.00297	32.32
2	0	4.80	6.00	0.0053	20.2	178.49	1.00053	25.18
6	0	3.50	4.70	0.0031	20.5	183.69	0.99328	19.73
24	0	2.40	3.60	0.0015	21.6	188.09	0.96735	15.11

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 19/2  
 Tiefe: 0,30 - 1,25 m  
 Entnahmestelle: BS 19  
 Cu/Cc -/  
 T/U/S/G [%]: - / 21.5 / 78.5 / -  
 d10/d30/d60 [mm]: - / 0.078 / 0.144  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 240.02

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
1.0	0.00	0.00	100.00
0.5	0.10	0.04	99.96
0.25	13.54	5.64	94.32
0.125	108.07	45.03	49.29
0.063	66.76	27.81	21.48
Schale	51.55	21.48	-
Summe	240.02		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 20/3

Tiefe: 1,30 - 2,35 m

Entnahmestelle: BS 20

Cu/Cc -/-

T/U/S/G [%]: 32.0 / 64.6 / 3.2 / 0.2

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.002 / 0.009

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 36.40

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 35.82

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	0.07	0.19	99.81
1.0	0.04	0.11	99.70
0.5	0.05	0.14	99.56
0.25	0.06	0.16	99.40
0.125	0.36	0.99	98.41
0.063	0.00	0.00	98.41
Schale	35.82	98.41	-
Summe	36.40		
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	20.40	21.60	0.0656	20.2	116.09	1.00053	95.30
0	1	19.50	20.70	0.0471	20.2	119.69	1.00053	91.33
0	2	18.50	19.70	0.0339	20.2	123.69	1.00053	86.92
0	5	16.60	17.80	0.0221	20.2	131.29	1.00053	78.54
0	15	14.40	15.60	0.0132	20.2	140.09	1.00053	68.83
0	46	11.60	12.80	0.0078	20.2	151.29	1.00053	56.48
2	0	9.40	10.60	0.0050	20.2	160.09	1.00053	46.77
6	0	7.30	8.50	0.0029	20.5	168.49	0.99328	37.50
24	0	5.10	6.30	0.0015	21.6	177.29	0.96735	27.80

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 30/2

Tiefe: 0,80 - 1,70 m

Entnahmestelle: BS 30

Cu/Cc -/-

T/U/S/G [%]: 16.7 / 65.4 / 8.4 / 9.5

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.007 / 0.028

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 38.40

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 32.53

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 [%]
16.0	0.00	0.00	100.00
8.0	2.96	7.71	92.29
4.0	0.32	0.83	91.46
2.0	0.35	0.91	90.55
1.0	0.38	0.99	89.56
0.5	0.49	1.28	88.28
0.25	0.83	2.16	86.12
0.125	0.54	1.41	84.71
0.063	0.00	0.00	84.71
Schale	32.53	84.71	-
Summe	38.40		
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	17.90	19.10	0.0686	19.9	126.09	1.00787	79.88
0	1	16.80	18.00	0.0494	19.9	130.49	1.00787	75.28
0	2	15.00	16.20	0.0359	19.9	137.69	1.00787	67.76
0	5	11.80	13.00	0.0237	19.9	150.49	1.00787	54.37
0	15	9.00	10.20	0.0142	19.9	161.69	1.00787	42.66
0	46	6.80	8.00	0.0083	20.0	170.49	1.00541	33.46
2	0	5.00	6.20	0.0052	20.1	177.69	1.00297	25.93
6	0	3.60	4.80	0.0031	20.6	183.29	0.99087	20.08
24	0	2.30	3.50	0.0015	21.6	188.49	0.96735	14.64

# Körnungslinie

Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering

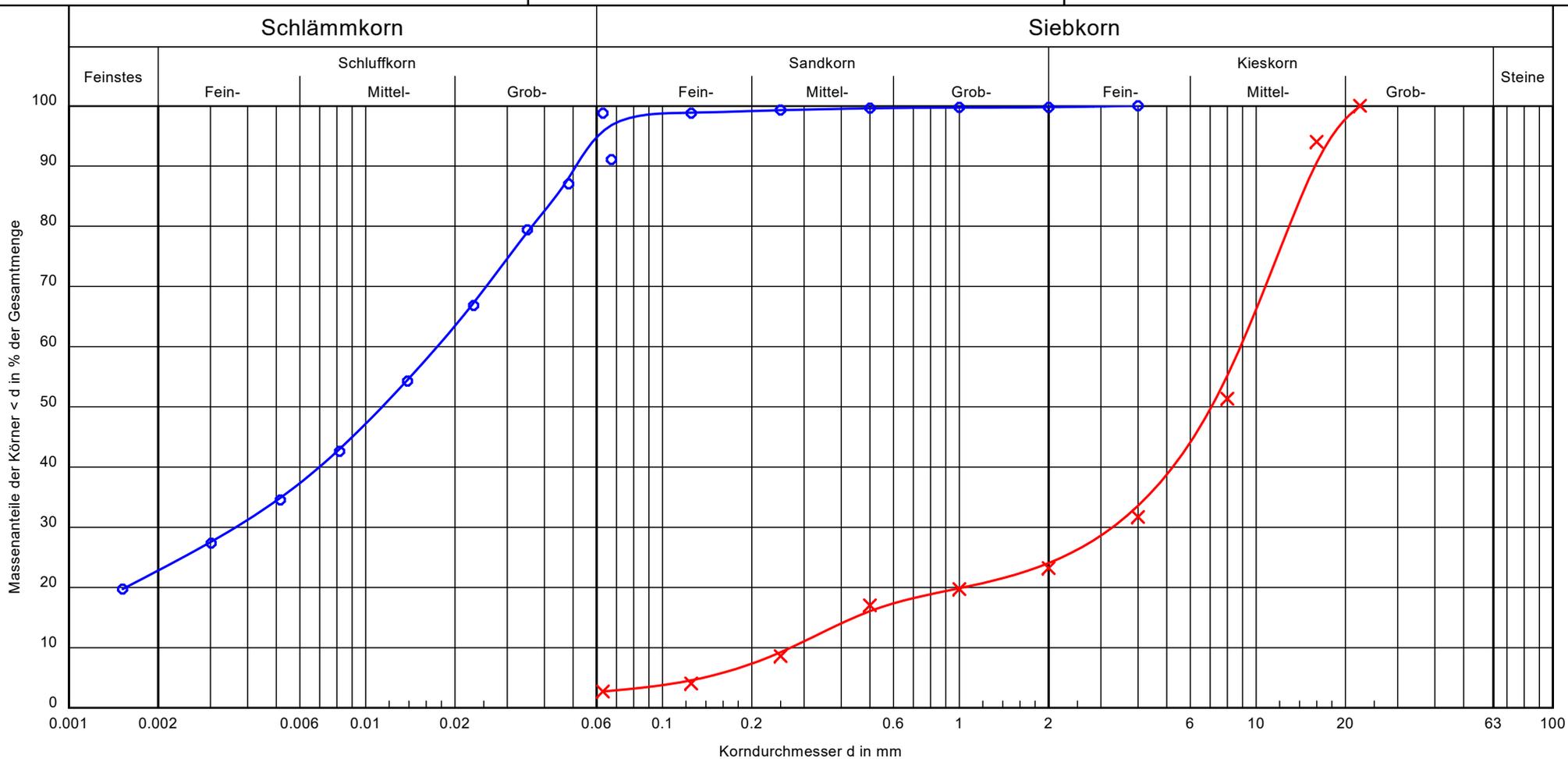
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse



Bezeichnung:	Probe 31/2	Probe 32/3	Bemerkungen: 31/2: kf-Wert (Mallet/Pacquant): $1,2 \times 10^{-9}$ m/s 32/3: kf-Wert (Beyer): $6,34 \times 10^{-3}$ m/s	Bericht: 201525 Anlage: 3.3
Tiefe:	0,50 - 1,20 m	0,60 - 1,40 m		
Entnahmestelle:	BS 31	BS 32		
Cu/Cc	-/-	32.8/4.5		
T/U/S/G [%]:	22.8/72.9/4.0/0.2	- /2.7/21.3/75.9		

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 31/2

Tiefe: 0,50 - 1,20 m

Entnahmestelle: BS 31

Cu/Cc -/-

T/U/S/G [%]: 22.8 / 72.9 / 4.0 / 0.2

d10/d30/d60 [mm]: - / 0.004 / 0.017

Siebanalyse:

Trockenmasse [g]: 35.80

Schlammanalyse:

Trockenmasse [g]: 35.36

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	0.10	0.28	99.72
1.0	0.00	0.00	99.72
0.5	0.04	0.11	99.61
0.25	0.11	0.31	99.30
0.125	0.19	0.53	98.77
0.063	0.00	0.00	98.77
Schale	35.36	98.77	-
Summe	35.80		
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	19.10	20.30	0.0673	19.9	121.29	1.00787	91.07
0	1	18.20	19.40	0.0483	19.9	124.89	1.00787	87.03
0	2	16.50	17.70	0.0351	19.9	131.69	1.00787	79.41
0	5	13.70	14.90	0.0231	19.9	142.89	1.00787	66.84
0	15	10.90	12.10	0.0138	20.0	154.09	1.00541	54.28
0	46	8.30	9.50	0.0082	20.0	164.49	1.00541	42.62
2	0	6.50	7.70	0.0052	20.1	171.69	1.00297	34.54
6	0	4.90	6.10	0.0030	20.6	178.09	0.99087	27.37
24	0	3.20	4.40	0.0015	21.6	184.89	0.96735	19.74

# Körnungslinie

## Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering  
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Sieb-Analyse

Bezeichnung: Probe 32/3  
 Tiefe: 0,60 - 1,40 m  
 Entnahmestelle: BS 32  
 Cu/Cc 32.8/4.5  
 T/U/S/G [%]: - / 2.7 / 21.3 / 75.9  
 d10/d30/d60 [mm]: 0.270 / 3.280 / 8.855  
 Siebanalyse:  
 Trockenmasse [g]: 418.46

## Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]
22.4	0.00	0.00	100.00
16.0	24.98	5.97	94.03
8.0	178.58	42.68	51.35
4.0	82.15	19.63	31.72
2.0	35.57	8.50	23.22
1.0	14.54	3.47	19.75
0.5	11.36	2.71	17.03
0.25	35.27	8.43	8.61
0.125	19.03	4.55	4.06
0.063	5.52	1.32	2.74
Schale	11.46	2.74	-
Summe	418.46		
Siebverlust	0.00		

# Körnungslinie

Neubau PZ Weichering  
in 86706 Weichering

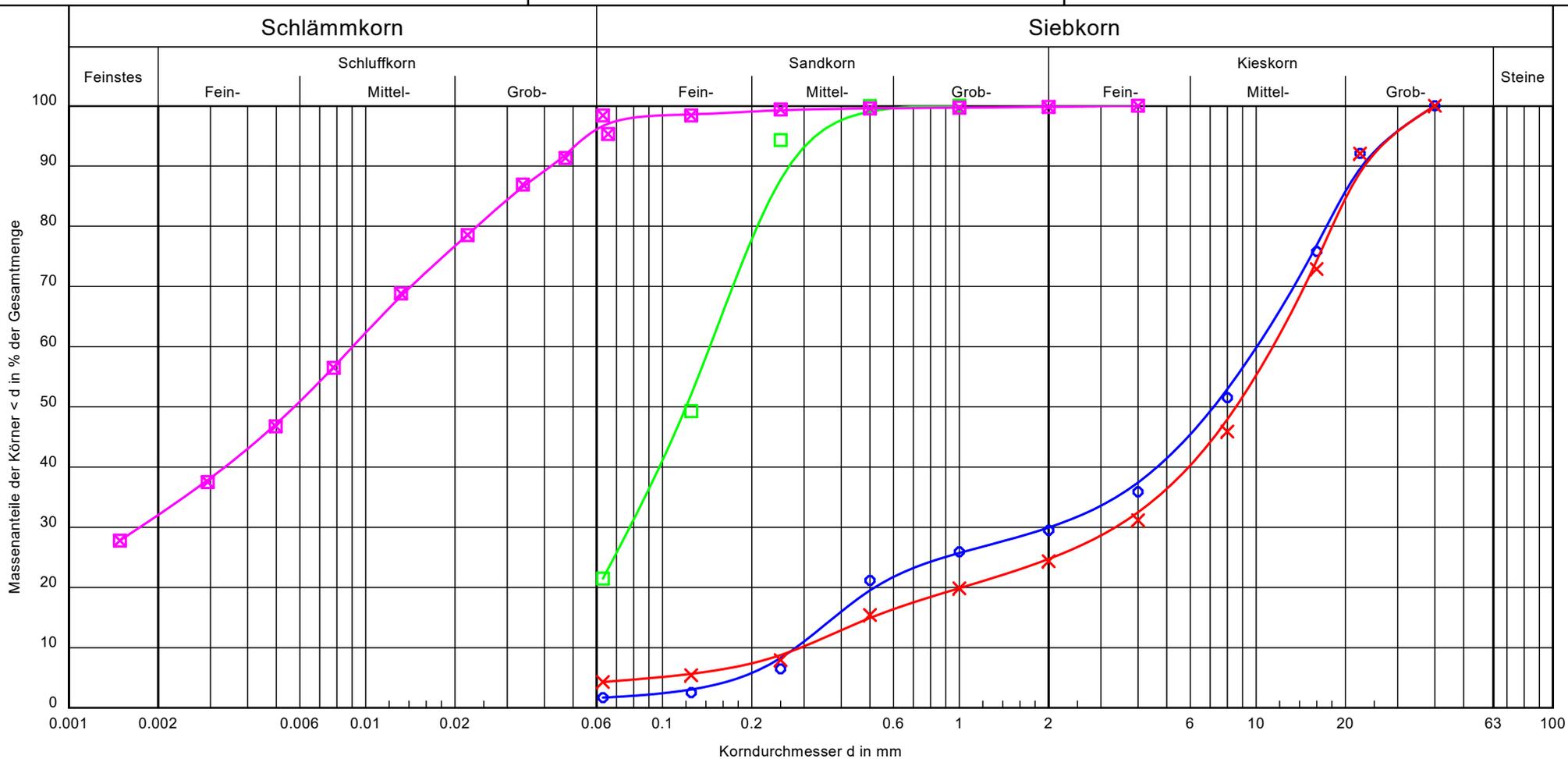
- Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Prüfungsnummer: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: Körnungsbandbreite



Bezeichnung:	Probe 8/4	Probe 10/3	Probe 19/2	Probe 20/3
Tiefe:	1,20 - 2,20 m	1,35 - 2,60 m	0,30 - 1,25 m	1,30 - 2,35 m
Entnahmestelle:	BS 8	BS 10	BS 19	BS 20
Cu/Cc	35.8/1.4	39.1/3.4	-/-	-/-
T/U/S/G [%]:	- /1.7/28.2/70.0	- /4.3/20.4/75.3	- /21.5/78.5/-	32.0/64.6/3.2/0.2

Bemerkungen:

Bericht: 201525  
 Anlage: 3.4

## ANLAGE 4.1

### Wassergehaltsbestimmungen

Kleegräfe Geotechnik GmbH

Holzstraße 212  
59556 Lippstadt

Bericht: 201252

Anlage: 4.1

## Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubau PZ Weichering

in 86706 Weichering

- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 09.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 8/4, 10/3, 11/2, 13/3, 18/2, 19/2, 20/3, 30/2, 31/2, 32/3

Entnahmestelle: BS 8, BS 10, BS 11, BS 13, BS 18 - BS 32

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

Bodenart: -

Art der Entnahme: gestörte Probe

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Probenbezeichnung:	Probe 8/4	Probe 10/3	Probe 11/2	Probe 13/3	Probe 18/2	Probe 19/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	891.94	838.00	920.12	900.93	277.13	681.45
Trockene Probe + Behälter [g]:	866.72	814.17	907.39	890.20	265.36	630.99
Behälter [g]:	381.51	398.45	444.63	408.03	203.39	390.97
Porenwasser [g]:	25.22	23.83	12.73	10.73	11.77	50.46
Trockene Probe [g]:	485.21	415.72	462.76	482.17	61.97	240.02
Wassergehalt [%]	5.20	5.73	2.75	2.23	18.99	21.02

Probenbezeichnung:	Probe 20/3	Probe 30/2	Probe 31/2	Probe 32/3		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	230.30	246.56	265.33	827.06		
Trockene Probe + Behälter [g]:	223.94	238.16	253.81	815.56		
Behälter [g]:	199.53	205.02	211.91	392.10		
Porenwasser [g]:	6.36	8.40	11.52	11.50		
Trockene Probe [g]:	24.41	33.14	41.90	423.46		
Wassergehalt [%]	26.05	25.35	27.49	2.72		

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 PZ Weichering**

in 86706 Weichering  
- orient. Baugrunderkundung / orient. Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 09.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 3/2, 18/2, 30/7, 31/2

Entnahmestelle: BS 3, BS 18, BS 30, BS 31

Tiefe: 0,10 - 4,65 m u.GOK

Art der Entnahme: gestörte Proben

Bodenart: diverse

Probe entnommen am: 04.-08.10.2021

Probenbezeichnung	Probe 3/2	Probe 3/2	Probe 3/2	Probe 18/2	Probe 18/2	Probe 18/2
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	56.12	58.66	59.57	45.57	47.01	46.70
Geglühte Probe + Behälter [g]	53.96	56.65	57.49	44.01	45.64	44.74
Behälter [g]	26.33	26.29	27.78	25.29	27.86	27.58
Massenverlust [g]	2.16	2.01	2.08	1.56	1.37	1.96
Trockenmasse vor Glühen [g]	29.79	32.37	31.79	20.28	19.15	19.12
Glühverlust [-]	7.25	6.21	6.54	7.69	7.15	10.25

Probenbezeichnung	Probe 30/7	Probe 30/7	Probe 30/7	Probe 31/2	Probe 31/2	Probe 31/2
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	44.70	45.77	46.91	42.95	40.26	40.59
Geglühte Probe + Behälter [g]	40.85	41.04	42.00	41.50	38.80	38.62
Behälter [g]	27.25	26.67	28.06	27.87	27.77	26.29
Massenverlust [g]	3.85	4.73	4.91	1.45	1.46	1.97
Trockenmasse vor Glühen [g]	17.45	19.10	18.85	15.08	12.49	14.30
Glühverlust [-]	22.06	24.76	26.05	9.62	11.69	13.78

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

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

ANLAGE 6.1 – 6.4

Konsistenzgrenzenbestimmungen

# Zustandsgrenzen

Neubau PZ Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 18/2

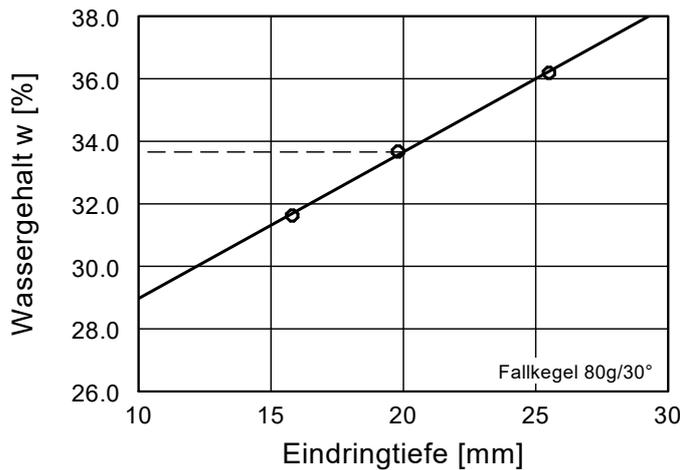
Entnahmestelle: BS 18

Tiefe: 0,60 - 0,90 m

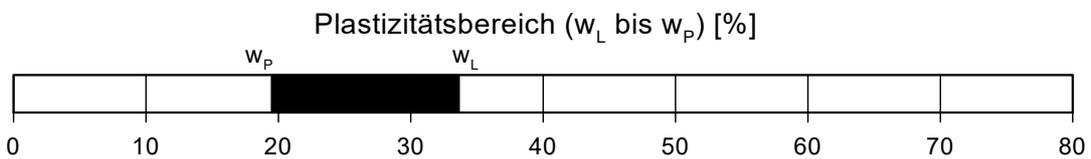
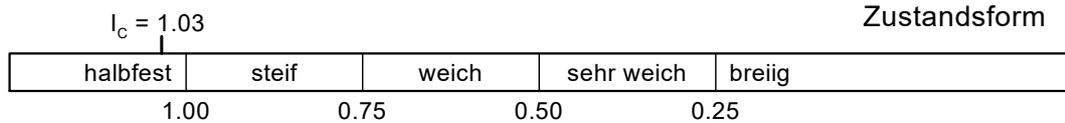
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: -

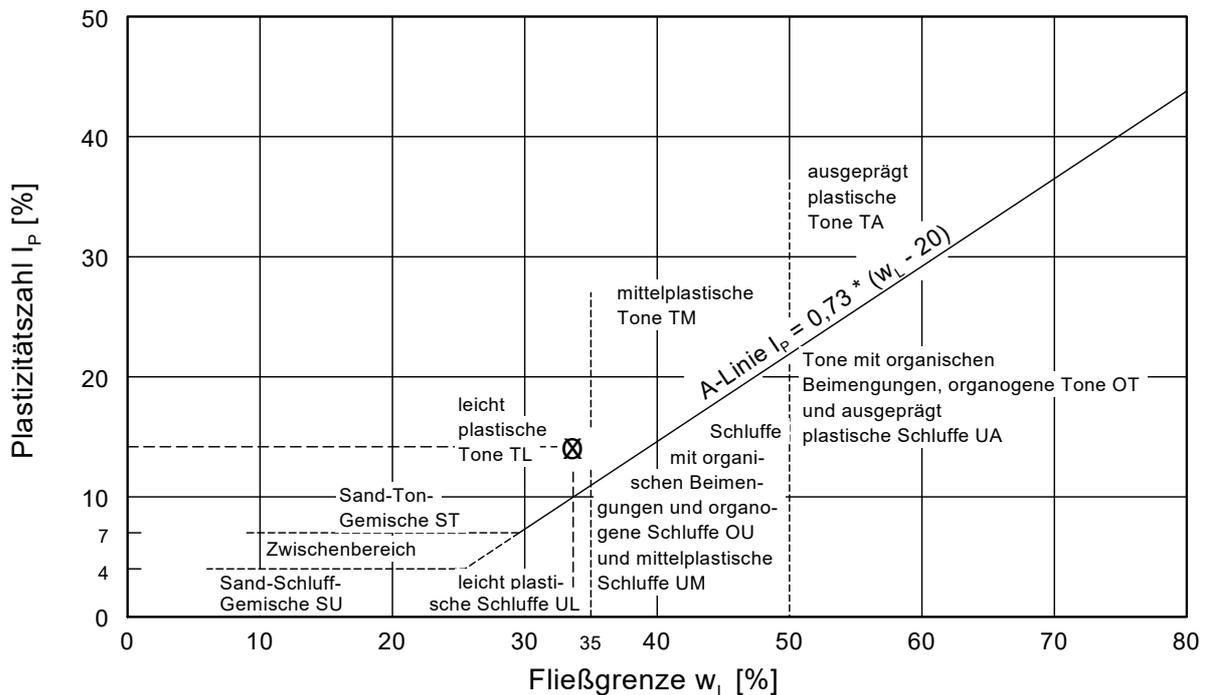
Probe entnommen am: 04.-08.10.2021



Wassergehalt $w =$	19.0 %
Fließgrenze $w_L =$	33.7 %
Ausrollgrenze $w_P =$	19.5 %
Plastizitätszahl $I_p =$	14.2 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.03



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen

Neubau PZ Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 20/3

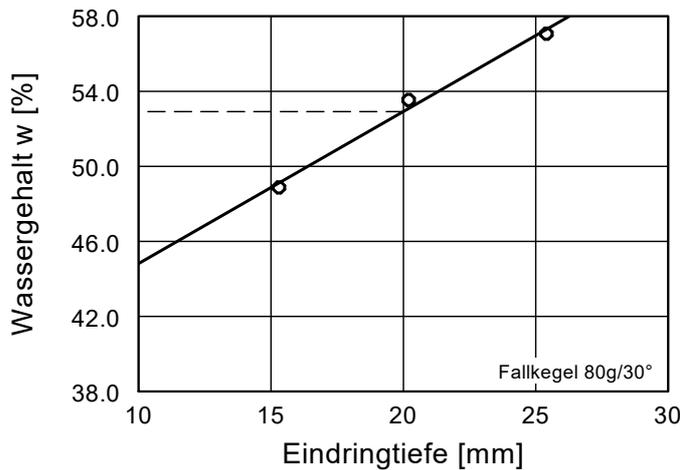
Entnahmestelle: BS 20

Tiefe: 1,30 - 2,35 m

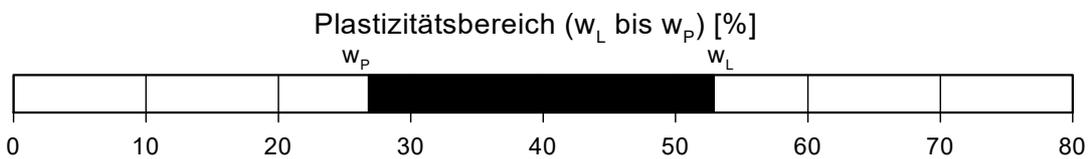
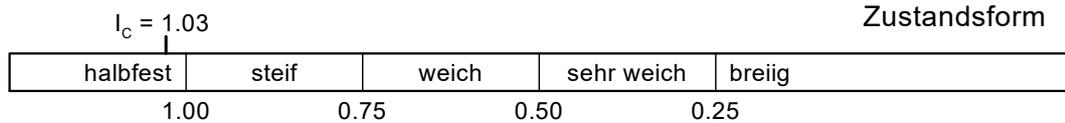
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: -

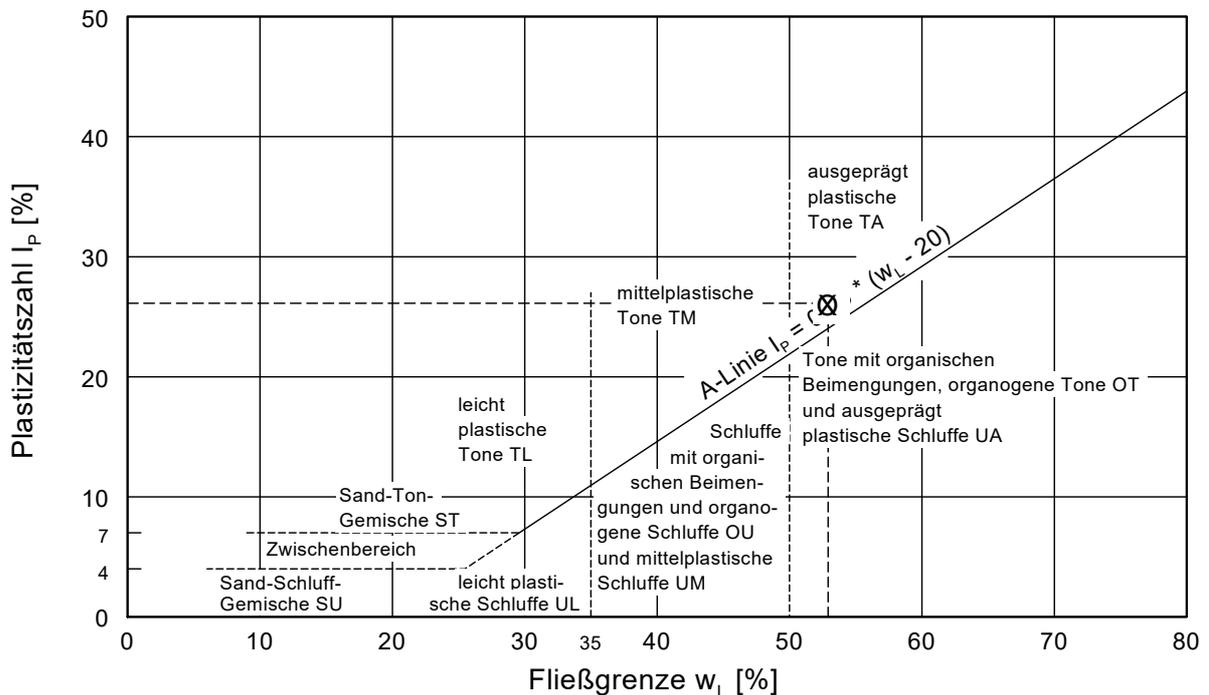
Probe entnommen am: 04.-08.10.2021



Wassergehalt w =	26.1 %
Fließgrenze $w_L$ =	52.9 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	26.8 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	26.1 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	1.03



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen

Neubau PZ Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 30/2

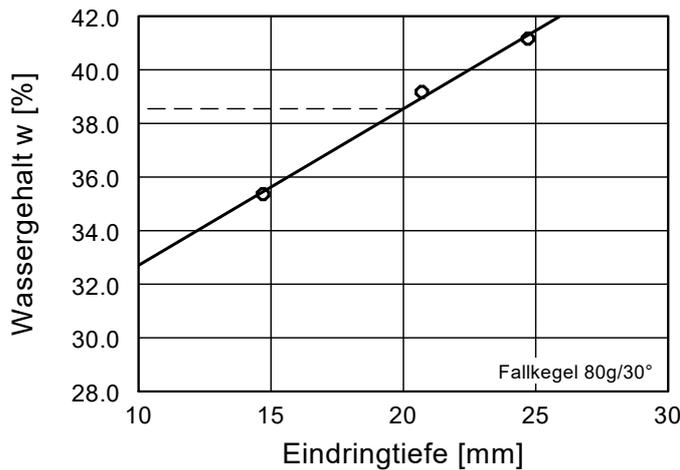
Entnahmestelle: BS 30

Tiefe: 0,80 - 1,70 m

Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: -

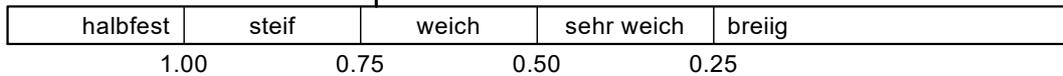
Probe entnommen am: 04.-08.10.2021



Wassergehalt $w$ =	25.4 %
Fließgrenze $w_L$ =	38.5 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	20.4 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	18.1 %
Konsistenzzahl $I_c$ =	0.73

Zustandsform

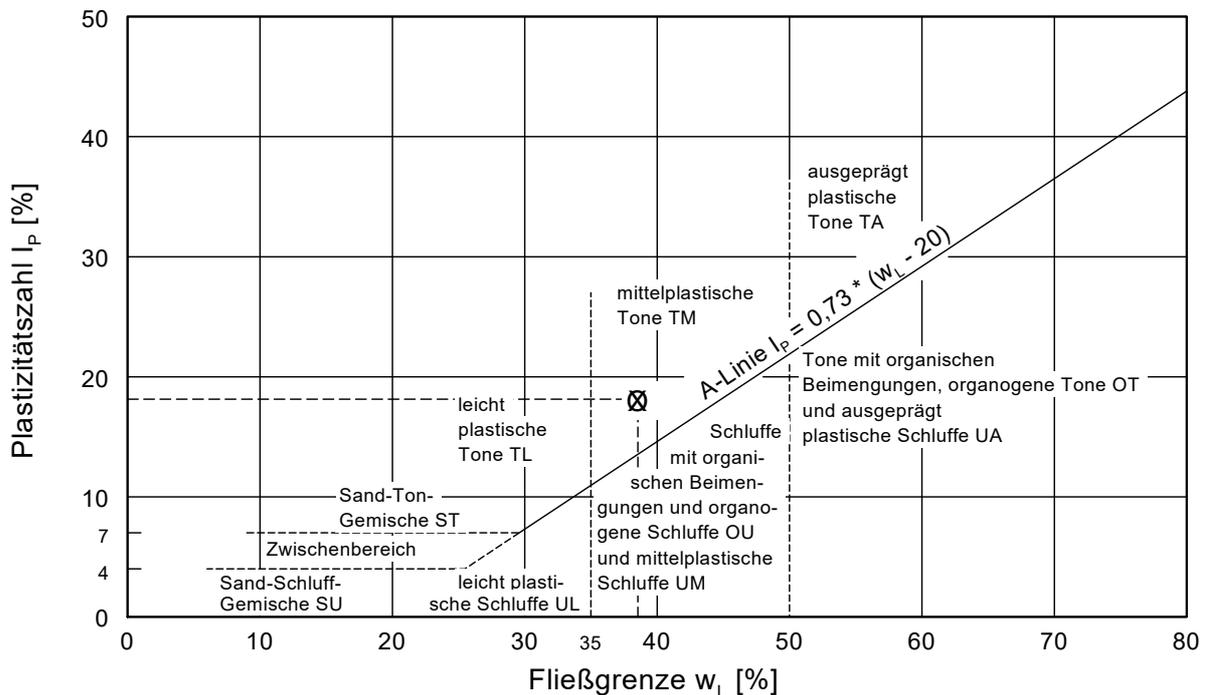
$I_c = 0.73$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



# Zustandsgrenzen

Neubau PZ Weichering  
 in 86706 Weichering  
 - Baugrunderkundung / Gründungsberatung -

Bearbeiter: Frau Paul

Datum: 10.11.2021

Prüfungsnummer: Probe 31/2

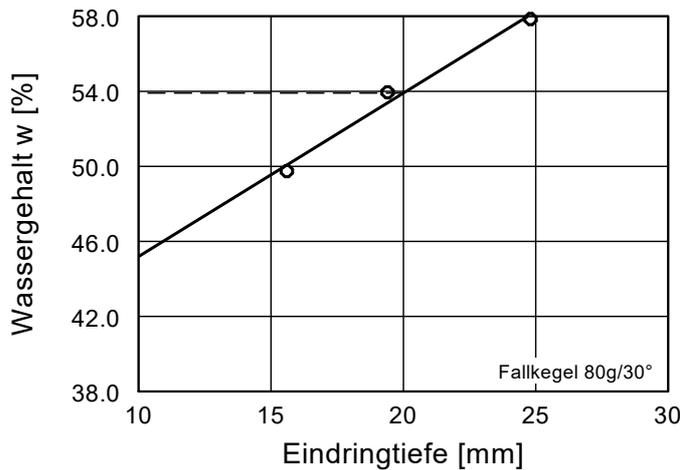
Entnahmestelle: BS 31

Tiefe: 0,50 - 1,20 m

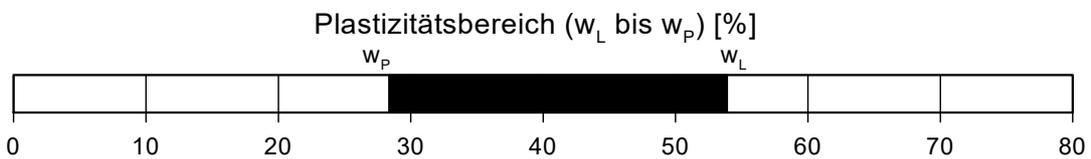
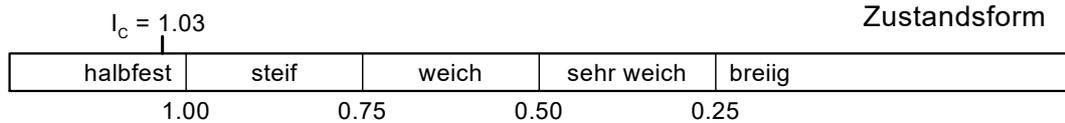
Art der Entnahme: gestörte Probe

Bodenart: -

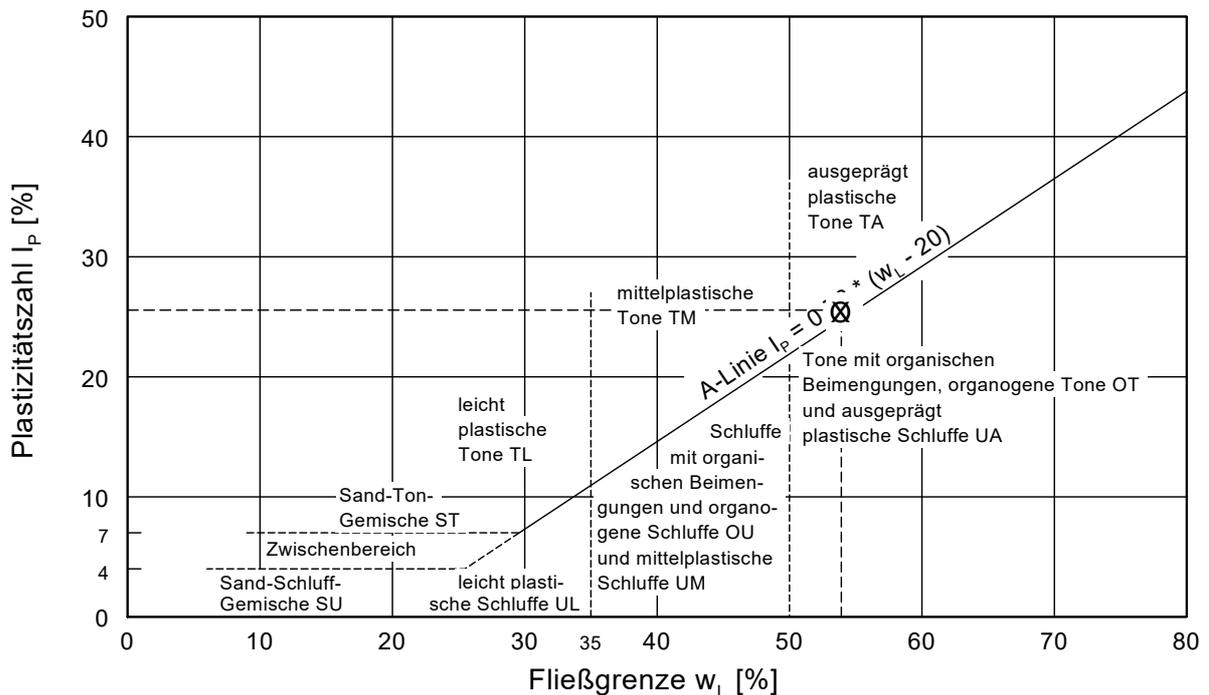
Probe entnommen am: 04.-08.10.2021



Wassergehalt $w =$	27.5 %
Fließgrenze $w_L =$	53.9 %
Ausrollgrenze $w_P =$	28.3 %
Plastizitätszahl $I_p =$	25.6 %
Konsistenzzahl $I_C =$	1.03



Plastizitätsdiagramm



## ANLAGE 7.1

### Versickerungsversuche im Gelände

Versickerungsversuche im Gelände (Auffüllversuche)

Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes  $k_f$

<u>Maßnahme:</u>	PZ Weichering - Neubau eines Postzentrums
<u>Ort:</u>	86706 Weichering
<u>Datum:</u>	04.-08.10.2021

Versuchsdurchführung mittels 'open-end-test'

Bohrung	Vers. Nr.	r mm	h m	Zeit min	Wasser- menge l	Q m³/s	$k_f$ m/s	Bemerkung (Grundwasserstand, Versick.-Medium und Gültigkeitsbereich)
BS 1	1	25	0,57	2,27	5,00	3,67E-05	<b>4,68E-04</b>	Grundwasser bei 1,57 m u.GOK Fluviatil-Kies; 1,00 - 1,57 m u.GOK
	2	25	0,57	2,19	5,00	3,81E-05	<b>4,86E-04</b>	
BS 11	1	25	0,70	1,87	3,00	2,67E-05	<b>2,78E-04</b>	Grundwasser bei 1,70 m u.GOK Fluviatil-Kies; 1,00 - 1,70 m u.GOK
	2	25	0,70	3,23	3,00	1,55E-05	<b>1,61E-04</b>	
BS 14	1	25	0,60	2,18	5,00	3,82E-05	<b>4,63E-04</b>	Grundwasser bei 1,60 m u.GOK Fluviatil-Sand u. -Kies; 1,00 - 1,60 m u.GOK
	2	25	0,60	2,18	5,00	3,82E-05	<b>4,63E-04</b>	
BS 17	1	30	0,42	5,00	2,84	9,47E-06	<b>1,37E-04</b>	kein Grundwasser bis 1,42 m u.GOK (BLZ) Fluviatil-Sand u. -Kies; 1,00 - 1,42 m u.GOK
	2	30	0,42	5,00	2,74	9,13E-06	<b>1,32E-04</b>	
BS 19	1	25	0,25	5,00	2,80	9,33E-06	<b>2,72E-04</b>	Grundwasser bei 1,25 m u.GOK Fluviatil-Sand; 1,00 - 1,25 m u.GOK
	2	25	0,25	5,00	2,56	8,53E-06	<b>2,48E-04</b>	

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

### Chemische Analysenergebnisse (Feststoff-Mischproben)

## Prüfbericht-Nr: B2118446

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131268  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

### Bemerkung

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Trockenrückstand (105°C)	80,9	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	19,1	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Naphthalin (TS)	0,013	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Benzo(a)pyren (TS)	0,154	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	1,77	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
TOC (TS)	1,63	%	DIN EN 15936	1*	Wen	DIN 19539
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Blei (TS)	16,3	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Chrom (TS)	33,1	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Kupfer (TS)	14,2	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Nickel (TS)	24,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	DIN EN ISO 12846	2*	Wen	DIN EN 1483
Zink (TS)	48,5	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	

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

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

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

### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12	DIN 19539: 2016-12	DIN 38414-20: 1996-01
DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 13657: 2003-01	DIN EN 14346: 2007-03
DIN EN 1483: 2007-07	DIN EN 15308: 2008-05	DIN EN 15527: 2008-09
DIN EN 15936: 2012-11	DIN EN ISO 11885: 2009-09	DIN EN ISO 12846: 2012-08
DIN ISO 18287: 2006-05		

## Prüfbericht-Nr: B2118446

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131268  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfart** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Mutterboden

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**BBodSchV - Sand** BBodSchV - Vorsorgewert Sand übersritten

**BBodSchV - Lehm** BBodSchV - Vorsorgewert Lehm eingehalten

**BBodSchV - Ton** BBodSchV - Vorsorgewert Ton eingehalten

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

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

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

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	BBodSchV - Sand	BBodSchV - Lehm	BBodSchV - Ton	Vorsorge Org
Trockenrückstand (105°C)	80,9	%				
Feuchte (105°C)	19,1	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00)	ja					
Naphthalin (TS)	0,013	mg/kg				
Benzo(a)pyren (TS)	0,154	mg/kg				0,3
Summe PAK n. EPA (TS)	1,77	mg/kg				3
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg				0,05
TOC (TS)	1,63	%				8
Königswasseraufschluss (TS)	ja					
Blei (TS)	16,3	mg/kg	40	70	100	
Cadmium (TS)	0,14	mg/kg	0,4	1	1,5	
Chrom (TS)	33,1	mg/kg	30	60	100	
Kupfer (TS)	14,2	mg/kg	20	40	60	
Nickel (TS)	24,4	mg/kg	15	50	70	
Quecksilber (TS) AAS	<0,1	mg/kg	0,1	0,5	1	
Zink (TS)	48,5	mg/kg	60	150	200	

Horn & Co. Analytics GmbH, Wenden 26.10.2021



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

## Prüfbericht-Nr: B2118443

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131265  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Gebäude  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

### Bemerkung

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden			0	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
< 2,00 mm	31,5	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
> 2,00 mm	68,5	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	95,4	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	4,56	%	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	LAGA KW/04
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	3,36	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	DIN EN 1483
Zink (TS)	12,7	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)	53	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,81	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,67	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	

## Prüfbericht-Nr: B2118443

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131265  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Gebäude  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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	DIN EN 1483
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

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

### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12 DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01
DIN 38414-20: 1996-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 12457-4: 2003-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 1483: 2007-07
DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN 15308: 2008-05
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN 27888: 1993-11
DIN ISO 11464: 2006-12	DIN EN ISO 11885: 2009-09
LAGA KW/04: 2019-09	DIN EN ISO 14403: 2002-07
	DIN EN ISO 12846: 2012-08
	DIN EN ISO 17380: 2013-10
	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04

### Grenzwerteinstufung

	Einstufung
<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

## Prüfbericht-Nr: B2118443

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131265  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfart** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Gebäude

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**Endeinstufung** Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 eingehalten

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

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
< 2,00 mm	31,5	%				
> 2,00 mm	68,5	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja					
Trockenrückstand (105°C)	95,4	%				
Feuchte (105°C)	4,56	%				
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)	3,36	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)	12,7	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)	53	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,81	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	0,67	mg/L	250	250	250	250

## Prüfbericht-Nr: B2118443

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131265  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP Gebäude  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

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 26.10.2021



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

## Probenvorbereitungsprotokoll

### A. Allgemeine Angaben

**Datum** 15.10.2021 **Proben-Nr.** P202131265  
**Auftraggeber** KleeGräfe Geotechnik GmbH  
**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) KleeGräfe  
**Probenkennzeichnung** MP Gebäude

### B. Probenahmeinformationen

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

### C. Untersuchungsinformationen

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

### D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

**Sortierung**  Nein  Ja:  
**Siebung**  Nein  Ja **Siebschnitt [mm]** <2mm  
**Durchgang [%]** **Analytik von**  Durchgang  Rückstand  gesamt  
**Zerkleinerung**  Nein  Ja  Brechen  Shreddern  sonstiges:  
**Teilung**  1/4-Teilung  Riffelteiler  Rotationsverteiler  sonstiges:  
**Prüf-/Rückstellproben** Originalsubstanz  Nein  Ja [g]: 500  Rückstellprobe  
Trockensubstanz  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe  
Probe für Eluat  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe

### E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

**Trocknung**  bei 105°C  chemisch  Lufttrocknung  sonstiges:  
**Feinzerkleinerung**  Nein  Ja  Mahlen  Schneiden  sonstiges:  
**Siebung**  Nein  Ja **Endfeinheit [mm]** <2mm  
**Prüf-/Rückstellproben** Gemahlene TS  Nein  Ja [g]: 50  Rückstellprobe

### F. Sonstiges

**Bemerkungen**  
**Ort / Datum** Wenden / 15.10.2021 **Unterschrift**   
i.A. Maximilian Wagener

## Prüfbericht-Nr: B2118444

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131266  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP westl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

### Bemerkung

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden			0	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
< 2,00 mm	26,2	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
> 2,00 mm	73,8	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	91,2	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	8,81	%	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	LAGA KW/04
Benzo(a)pyren (TS)	0,216	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	2,87	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	2,92	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	DIN EN 1483
Zink (TS)	10,4	mg/kg	DIN EN ISO 11885	1*	Wen	
Elution mit dest. Wasser	JA		DIN EN 12457-4	1*	Wen	
pH-Wert (Eluat)	9,11		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	65	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	3,24	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	1,39	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	

## Prüfbericht-Nr: B2118444

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131266  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP westl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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	DIN EN 1483
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

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

### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12 DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01
DIN 38414-20: 1996-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 12457-4: 2003-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 1483: 2007-07
DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN 15308: 2008-05
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN 27888: 1993-11
DIN ISO 11464: 2006-12	DIN EN ISO 11885: 2009-09
LAGA KW/04: 2019-09	DIN EN ISO 14403: 2002-07
	DIN EN ISO 12846: 2012-08
	DIN EN ISO 17380: 2013-10
	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04

### Grenzwerteinstufung

	Einstufung
<b>Z0 Bayern L/S</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktetapier überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktetapier überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktetapier eingehalten
<b>Z2 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktetapier eingehalten

## Prüfbericht-Nr: B2118444

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131266  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfart** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP westl. Baufeld

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**Endeinstufung** Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 eingehalten

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

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
< 2,00 mm	26,2	%				
> 2,00 mm	73,8	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja					
Trockenrückstand (105°C)	91,2	%				
Feuchte (105°C)	8,81	%				
EOX (TS)	<1	mg/kg	1	3	10	15
Kohlenwasserstoff-Index (TS)	<100	mg/kg	100	300	500	1000
Benzo(a)pyren (TS)	0,216	mg/kg	0,3	0,3	1	1
Summe PAK n. EPA (TS)	2,87	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)	2,92	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)	10,4	mg/kg	150	300	500	1500
Elution mit dest. Wasser	JA					
pH-Wert (Eluat)	9,11		6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	65	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	3,24	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	1,39	mg/L	250	250	250	250

## Prüfbericht-Nr: B2118444

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131266  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP westl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

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 26.10.2021



i.A. Dorothea Egbun  
Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

## Probenvorbereitungsprotokoll

### A. Allgemeine Angaben

**Datum** 15.10.2021 **Proben-Nr.** P202131266  
**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Probenkennzeichnung** MP westl. Baufeld

### B. Probenahmeinformationen

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

### C. Untersuchungsinformationen

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

### D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

**Sortierung**  Nein  Ja:  
**Siebung**  Nein  Ja **Siebschnitt [mm]** <2mm  
**Durchgang [%]** **Analytik von**  Durchgang  Rückstand  gesamt  
**Zerkleinerung**  Nein  Ja  Brechen  Shreddern  sonstiges:  
**Teilung**  1/4-Teilung  Riffelteiler  Rotationsverteiler  sonstiges:  
**Prüf-/Rückstellproben**  
 Originalsubstanz  Nein  Ja [g]: 500  Rückstellprobe  
 Trockensubstanz  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe  
 Probe für Eluat  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe

### E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

**Trocknung**  bei 105°C  chemisch  Lufttrocknung  sonstiges:  
**Feinzerkleinerung**  Nein  Ja  Mahlen  Schneiden  sonstiges:  
**Siebung**  Nein  Ja **Endfeinheit [mm]** <2mm  
**Prüf-/Rückstellproben** Gemahlene TS  Nein  Ja [g]: 50  Rückstellprobe

### F. Sonstiges

**Bemerkungen**  
**Ort / Datum** Wenden / 15.10.2021 **Unterschrift**   
 i.A. Maximilian Wagener

## Prüfbericht-Nr: B2118445

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131267  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP östl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

### Bemerkung

### Untersuchungsergebnisse

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg		DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1	4*	Wen	
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden			0	Wen	
Probenvorbereitung	s.Anlage		DIN 19747	1*	Wen	DIN ISO 11464
< 2,00 mm	32,8	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
> 2,00 mm	67,2	%	DIN 66165-2	1*	Wen	
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja		BBodSchV Anh.1 / 3.1.1	4*	Wen	
Trockenrückstand (105°C)	94,6	%	DIN EN 14346	1*	Wen	
Feuchte (105°C)	5,45	%	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	LAGA KW/04
Benzo(a)pyren (TS)	<0,01	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe PAK n. EPA (TS)	<1	mg/kg	DIN ISO 18287	1*	Wen	DIN EN 15527
Summe 6 PCB (TS)	<0,01	mg/kg	DIN 38414-20	1*	Wen	DIN EN 15308
Cyanid, gesamt (TS)	<1	mg/kg	DIN EN ISO 17380	1*	Wen	
Königswasseraufschluss (TS)	ja		DIN EN 13346	1*	Wen	DIN EN 13657
Arsen (TS)	4,81	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	DIN EN 1483
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)	9,27		DIN EN ISO 10523	1*	Wen	
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	50	µS/cm	DIN EN 27888	1*	Wen	
Chlorid-IC (Eluat)	0,53	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Sulfat-IC (Eluat)	0,36	mg/L	DIN EN ISO 10304-1	1*	Wen	
Cyanid, gesamt (Eluat)	<0,005	mg/L	DIN EN ISO 14403	1*	Wen	

## Prüfbericht-Nr: B2118445

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131267  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP östl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

Parameter	Meßwert	Einheit	Norm		Ort	2. Norm
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	DIN EN 1483
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

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

### Übersicht der verwendeten Normen / SOP's

BBodSchV Anh.1 / 3.1.1: 1999-07-12 DIN 19747: 2009-07	DIN 38414-17: 2017-01
DIN 38414-20: 1996-01	DIN 66165-2: 2016-08
DIN EN 13346: 2001-04	DIN EN 12457-4: 2003-01
DIN EN 14346: 2007-03	DIN EN 13657: 2003-01
DIN EN 15527: 2008-09	DIN EN 1483: 2007-07
DIN EN ISO 10523: 2012-04	DIN EN 15308: 2008-05
DIN EN ISO 14402: 1999-12	DIN EN 27888: 1993-11
DIN ISO 11464: 2006-12	DIN EN ISO 11885: 2009-09
LAGA KW/04: 2019-09	DIN EN ISO 14403: 2002-07
	DIN EN ISO 12846: 2012-08
	DIN EN ISO 17380: 2013-10
	DepV Anhang 4 Nr. 3.1.1: 2009-04

### Grenzwerteinstufung

	Einstufung
<b>Z0 Bayern L/S</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z0 (bzw. A) L/S - Eckpunktetapier überschritten
<b>Z1.1 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.1 (bzw. B) - Eckpunktetapier überschritten
<b>Z1.2 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 (bzw. C1) - Eckpunktetapier eingehalten
<b>Z2 Bayern</b>	Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z2 (bzw. C2) - Eckpunktetapier eingehalten

## Prüfbericht-Nr: B2118445

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131267  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfart** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP östl. Baufeld

**Herkunftsort** PZ Weichering

**Entnahmeort** PZ Weichering

**Endeinstufung** Verfüll-Leitfaden Bayern - Boden - Z1.2 eingehalten

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

### Untersuchungsergebnisse incl. Grenzwerteinstufung

Parameter	Meßwert	Einheit	Z0 Bayern L/S	Z1.1 Bayern	Z1.2 Bayern	Z2 Bayern
Probenhomogenisierung / -menge	auf 1 kg					
Probennahmeprotokoll	n.vorhanden					
Probenvorbereitung	s.Anlage					
< 2,00 mm	32,8	%				
> 2,00 mm	67,2	%				
Ergebnis bez. auf Feinfraktion (kleiner 2,00	ja					
Trockenrückstand (105°C)	94,6	%				
Feuchte (105°C)	5,45	%				
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)	4,81	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)	9,27		6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Elektrische Leitfähigkeit (25°C) (Eluat)	50	µS/cm	500	500	1000	1500
Chlorid-IC (Eluat)	0,53	mg/L	250	250	250	250
Sulfat-IC (Eluat)	0,36	mg/L	250	250	250	250

## Prüfbericht-Nr: B2118445

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

**Eingangsdatum** 15.10.2021  
**Auftrag-Nr.** A190230  
**Probe-Nr.** P202131267  
**Probenehmer / -eingang** AG / Nightstar  
**Prüfort** Horn & Co. Analytics GmbH  
**Untersuchungszeitraum** 15.10.2021 - 26.10.2021

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

**Probenbezeichnung** MP östl. Baufeld  
**Herkunftsort** PZ Weichering  
**Entnahmeort** PZ Weichering

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 26.10.2021



i.A. Dorothea Egbun  
 Projektmanagement

Formblatt VA-HuK-025-F1

## Probenvorbereitungsprotokoll

### A. Allgemeine Angaben

**Datum** 15.10.2021 **Proben-Nr.** P202131267  
**Auftraggeber** Kleegräfe Geotechnik GmbH  
**Ansprechpartner** Herr Dipl.-Ing. (FH) Kleegräfe  
**Probenkennzeichnung** MP östl. Baufeld

### B. Probenahmeinformationen

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

### C. Untersuchungsinformationen

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

### D. Probenvorbereitung (von der Labor- zur Prüfprobe)

**Sortierung**  Nein  Ja:  
**Siebung**  Nein  Ja **Siebschnitt [mm]** <2mm  
**Durchgang [%]** **Analytik von**  Durchgang  Rückstand  gesamt  
**Zerkleinerung**  Nein  Ja  Brechen  Shreddern  sonstiges:  
**Teilung**  1/4-Teilung  Riffelteiler  Rotationsverteiler  sonstiges:  
**Prüf-/Rückstellproben** Originalsubstanz  Nein  Ja [g]: 500  Rückstellprobe  
Trockensubstanz  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe  
Probe für Eluat  Nein  Ja [g]: 100  Rückstellprobe

### E. Probenaufbereitung (von der Prüf- zur Messprobe)

**Trocknung**  bei 105°C  chemisch  Lufttrocknung  sonstiges:  
**Feinzerkleinerung**  Nein  Ja  Mahlen  Schneiden  sonstiges:  
**Siebung**  Nein  Ja **Endfeinheit [mm]** <2mm  
**Prüf-/Rückstellproben** Gemahlene TS  Nein  Ja [g]: 50  Rückstellprobe

### F. Sonstiges

**Bemerkungen**  
**Ort / Datum** Wenden / 15.10.2021 **Unterschrift**   
i.A. Maximilian Wagener

ANLAGE 9.1

Fotodokumentation

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 1:** Bohrsondierung BS 1 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 2:** Bohrsondierung BS 2 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 3:** Bohrsondierung BS 3 (Markierung), Blickrichtung ~ S

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 4:** Bohrsondierung BS 4 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 5:** Bohrsondierung BS 5 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 6:** Bohrsondierung BS 6 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 7:** Bohrsondierungen BS 8 und BS 7 (Markierungen), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 8:** Bohrsondierung BS 9 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 9:** Übersicht Bohrsondierungen BS 10, BS 11 und BS 32 (Markierungen), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 10:** Bohrsondierung BS 10 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021

BS 11



**Foto 11:** Bohrsondierung BS 11 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021

BS 12



**Foto 12:** Bohrsondierung BS 12 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 13:** Bohrsondierung BS 13 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 14:** Bohrsondierung BS 14 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 15:** Übersicht Bohrsondierungen BS 15, BS 16 und BS 17 (Markierungen),  
Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 16:** Bohrsondierung BS 15 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 17:** Bohrsondierung BS 17 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 18:** Bohrsondierung BS 18 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 19:** Bohrsondierung BS 19 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 20:** Bohrsondierung BS 20 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 21:** Bohrsondierung BS 21 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 22:** Bohrsondierung BS 22 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 23:** Bohrsondierung BS 23 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 24:** Bohrsondierungen BS 25 und BS 6 (Markierungen), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 25:** Bohrsondierung BS 26 (Markierung), Blickrichtung ~ O

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 26:** Bohrsondierung BS 27 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 27:** Bohrsondierung BS 28 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 28:** Bohrsondierung BS 29 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 29:** Bohrsondierung BS 30 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021



**Foto 30:** Bohrsondierungen BS 31, BS 4 (Markierungen), Blickrichtung ~ WSW

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021

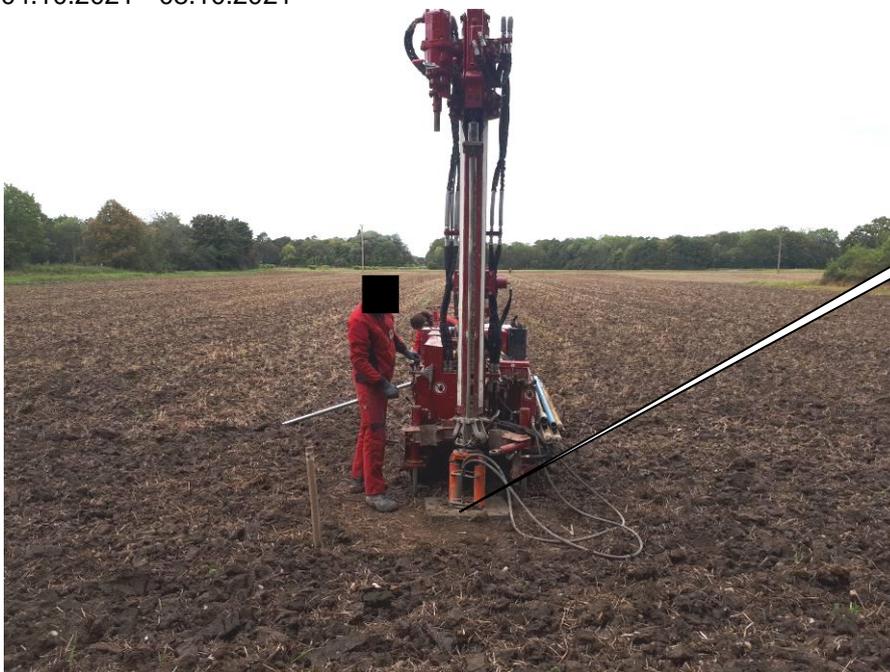
BS 32



**Foto 31:** Bohrsondierung BS 32 (Markierung), Blickrichtung ~ W

Situation am 04.10.2021 - 08.10.2021

BS 33



**Foto 32:** Bohrsondierung BS 33 (Markierung), Blickrichtung ~ W

ANLAGE 10.1

Setzungsberechnungen (Einzelfundamente  $a/b = 1$ )

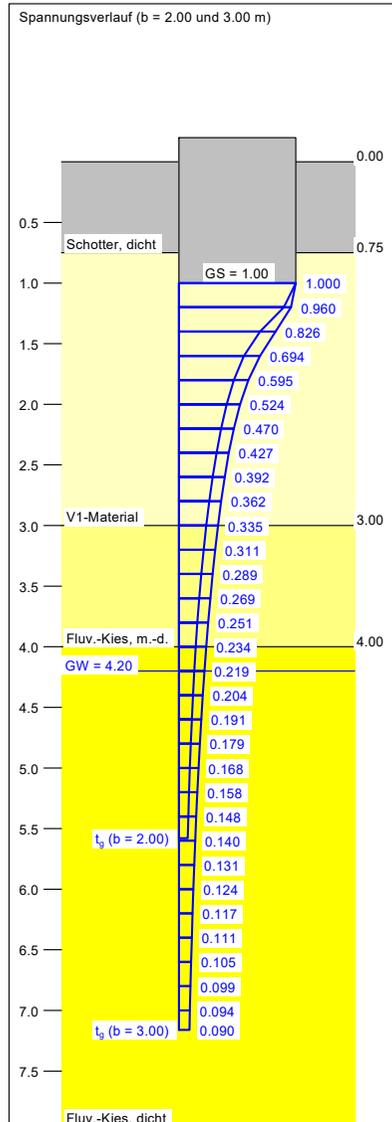
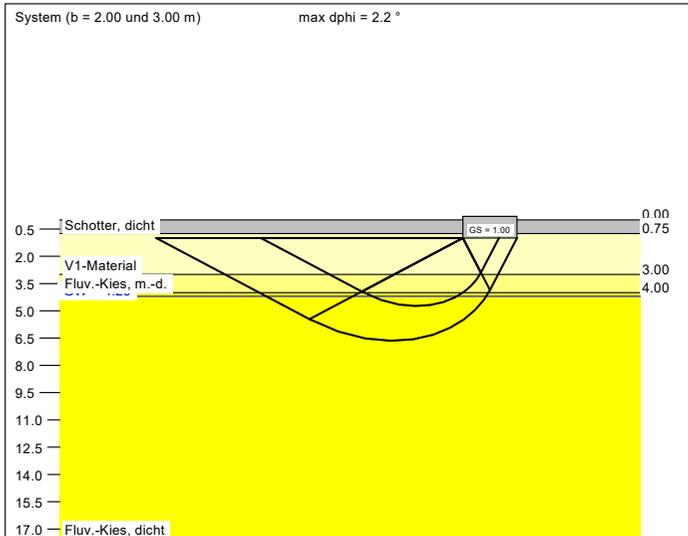
Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	22.0	14.0	37.5	0.0	80.0	0.00	Schotter, dicht
	21.0	13.0	35.0	0.0	50.0	0.00	V1-Material
	20.0	12.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Fluv.-Kies, m.-d.
	21.0	13.0	35.0	2.0	50.0	0.00	Fluv.-Kies, dicht

# Gründung über Einzelfundamente

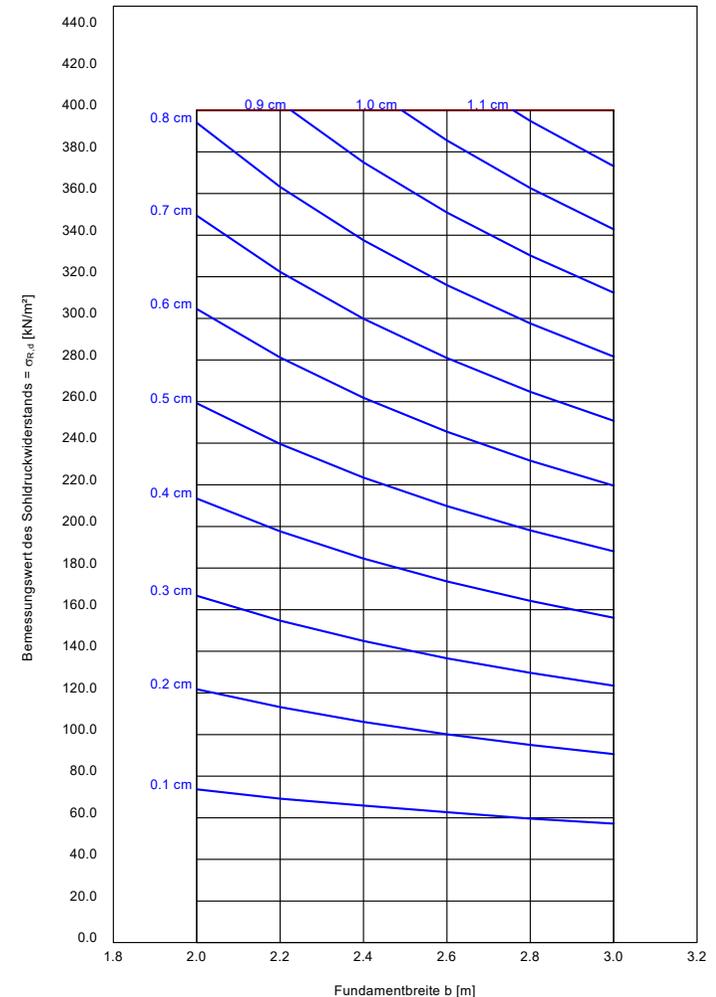
KLEEGRÄFE Geotechnik GmbH  
 59556 Lippstadt-Bad Waldliesborn, Holzstraße 212  
 Tel.: 02941 - 5404 Fax: 02941 - 3582  
 Projekt: Neubau PZ Weichering in 86706 Weichering  
 Orientierende Setzungsberechnung Einzelfundamente (a/b = 1)

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  
 Gründungssohle = 1.00 m  
 Grundwasser = 4.20 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Grenziefen 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]	[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> ]
2.00	2.00	400.0	1600.0	280.7	0.81	34.5	0.72	20.35	21.75	5.58	4.74	34.5
2.20	2.20	400.0	1936.0	280.7	0.89	34.5	0.86	19.95	21.75	5.92	5.12	31.5
2.40	2.40	400.0	2304.0	280.7	0.97	34.6	0.96	19.56	21.75	6.24	5.50	29.0
2.60	2.60	400.0	2704.0	280.7	1.04	34.6	1.05	19.21	21.75	6.56	5.89	26.9
2.80	2.80	400.0	3136.0	280.7	1.12	34.6	1.12	18.88	21.75	6.86	6.27	25.2
3.00	3.00	400.0	3600.0	280.7	1.19	34.7	1.18	18.57	21.75	7.16	6.65	23.6



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

## Gründung auf V1-Material über Fluvialtkies