



 Ingenieurbüro Heinloth GmbH, Horchstraße 4, 91161 Hilpoltstein

Konrad Enßner GmbH & Co. KG

Schloßhof 1

91452 Wilhermsdorf

Ingenieurbüro  
Heinloth GmbH

Ingenieurbüro für  
Geotechnik

- Baugrundgutachten
- Altlastenerkundung
- Kontrollprüfungen
- Bodenmechanik
- Spezialtiefbaustatik
- Geoconsulting

**Errichtung eines Betriebs- und Recyclinghofes,  
Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhermsdorf**

## **- Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung - Geotechnischer Bericht**

Bauherrschaft: Konrad Enßner GmbH & Co. KG  
Schloßhof 1  
91452 Wilhermsdorf

Planung: Ingenieurbüro Neumeister  
Hinter den Gärten 1  
91593 Burgbernheim

Datum: 25.05.2023

Projektnummer: 1295

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Univ. Katja Trubschau  
Dipl.-Ing. (FH) Martin Heinloth

Dipl.-Ing. (FH)  
Martin Heinloth  
Geschäftsführer  
Sachverständiger für Geotechnik  
Beratender Ingenieur  
Beratender Geowissenschaftler BDG  
Weitere Geschäftsführer:  
Marina Meixner  
Bachelor of Engineering  
Horchstraße 4  
91161 Hilpoltstein  
t: 09174 / 71 998-50  
f: 09174 / 71 998-51  
m: mail@ib-heinloth.de  
i: www.ib-heinloth.de

Bankverbindung  
Sparkasse Mittelfranken-Süd  
IBAN: DE25 7645 0000 0231 5955 39  
BIC: BYLADEM1SRS

HRB 32762 Amtsgericht Nürnberg  
USt-IdNr. DE305246174

Vervielfältigungen oder Veröffentlichung der Inhalte (oder Abschriften derer)  
sind nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung gestattet.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Allgemeines und Bauvorhaben .....</b>	<b>4</b>
1.1 Anlass und Vorgaben .....	4
1.2 Geländeverhältnisse und Bauwerk .....	4
1.3 Geotechnische Kategorie .....	6
1.4 Geologie .....	6
1.5 Erdbebenzone .....	6
1.6 Frosteinwirkungszone .....	6
1.7 Radon-Vorsorgegebiet .....	7
<b>2 Baugrunderkundung .....</b>	<b>8</b>
2.1 Geotechnische Untersuchungen .....	8
2.2 Untergrundverhältnisse .....	9
2.3 Grundwasserverhältnisse .....	9
2.4 Wasserdurchlässigkeit der Böden .....	10
<b>3 Bodenkenngrößen, Bodenklassifikation, Homogenbereiche .....</b>	<b>11</b>
3.1 Geotechnische Kennwerte .....	11
3.2 Bodenklassifikation und Homogenbereiche .....	12
<b>4 Gründungsempfehlungen, Hinweise .....</b>	<b>16</b>
4.1 Planung .....	16
4.2 Baugrundbeurteilung .....	16
4.3 Gründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten .....	18
4.3.1 Prüfhalle, LKW-Werkstatt und LKW-Waage .....	18
4.3.2 LKW-Halle und Schüttgut- und Recyclinghalle .....	18
4.3.3 Überdachung Schüttgutboxen .....	19
4.4 Gründung auf einer Fundamentplatte .....	20
4.4.1 Montagegruben Prüfhalle und LKW-Werkstatt .....	20
4.4.2 Schüttgutboxen .....	20
4.5 Tankstellen-Tank bei LKW-Werkstatt .....	21
4.6 Allgemeine Vorgaben für alle Gründungsvarianten .....	22
4.7 Angaben zur Bemessung der Gründung .....	22

4.7.1	Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten (Hallen und LKW-Waage) .....	22
4.7.2	Gründung auf einer Fundamentplatte (Montagegruben und Schüttgutboxen) .....	23
4.7.3	Tank.....	23
<b>5</b>	<b>Wasserbeanspruchung - Abdichtung erdberührter Bauteile .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Geotechnische Empfehlungen zum Verkehrsflächenaufbau .....</b>	<b>27</b>
6.1	Planung .....	27
6.2	Mindestdicke frostsicherer Straßenaufbau .....	27
6.3	Beurteilung der Tragfähigkeit des Planums .....	28
6.4	Entwässerung des Straßenkoffers .....	28
<b>7</b>	<b>Bauausführung.....</b>	<b>29</b>
7.1	Herstellen der Baugrube .....	29
7.1.1	Freie Böschungen .....	29
7.1.2	Baugrubenverbau.....	30
7.1.3	Bauwasserhaltung.....	30
7.2	Wiedereinbau von anfallendem Bodenaushub .....	30
7.3	Entsorgung von Bodenaushub .....	31
7.4	Böschungssicherung .....	31
7.5	Versickerung von Niederschlagswasser .....	32
7.6	Hinweise .....	33
<b>8</b>	<b>Schlussbemerkung .....</b>	<b>34</b>

# 1 Allgemeines und Bauvorhaben

## 1.1 Anlass und Vorgaben

Etwa 700 m westlich von Wilhermsdorf ist die Errichtung eines Betriebs- und Recyclinghofes geplant. Bei dem zu bebauenden Grundstück handelt es sich um eine Teilfläche der Flurnummer 1268 (Gemarkung Wilhermsdorf).

Die Ingenieurbüro Heinloth GmbH wurde mit der Durchführung einer Baugrunderkundung und der Erstellung eines Geotechnischen Berichtes beauftragt. Grundlage für die Beauftragung ist das Kostenangebot vom 15. März 2023.

Zur Gutachtenerstellung wurde uns ein Grundriss bzw. Lageplan (Stand 08.03.2023) sowie die Entwurfsplanung für die Prüfhalle (Stand 10.11.2022) und die LKW-Werkstatt mit Büro und Tankstelle (Stand 10.01.2022) digital zur Verfügung gestellt. Für die geplanten Hallen im Norden sind nach Angabe des Planers noch keine Planunterlagen vorhanden. Außerdem wurde uns ein Höhenplan (ohne Datum) übersandt.

## 1.2 Geländeverhältnisse und Bauwerk

Bei der geplanten Baufläche handelt es sich derzeit um eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, deren Gelände um ca. 6 m von 366,0 mNN auf 360,0 mNN nach Nordosten hin abfällt.

Vorgesehen ist die Errichtung von folgenden vier Hallen (aufgelistet von Süden nach Norden):

- Prüfhalle, eingeschossig: Abmessungen rd. 16 m x 21,5 m
- LKW-Werkstatt mit Büro und Tankstelle, ein- bis zweigeschossig: Abmessungen rd. 21,5 m x 39 m
- LKW-Halle im Nordosten, vermutlich eingeschossig: Abmessungen rd. 20 m x 56 m
- Schüttgut- und Recyclinghalle, vermutlich eingeschossig: Abmessungen rd. 17,5 m x 70 m

Die Herstellung der Hallen ist in Skelettbauweise vorgesehen. Die Lasten werden in der Regel über Stahl- oder Stahlbetonstützen und Einzelfundamente (vermutlich Betonfertigteile) mit umlaufender Frostschräge und/oder über Streifenfundamente abgetragen.

Die Prüfhalle erhält nach den vorliegenden Unterlagen eine Spannweite von maximal rd. 10 m sowie einen Achsabstand von 7,0 m. In der Halle sind Montagegruben für PKWs und LKWs mit einer Tiefe von 1,4 m vorgesehen. Die Montagegruben werden voraussichtlich auf einer Fundamentplatte gegründet.

Etwa 23 m nordöstlich der Prüfhalle wird die LKW-Werkstatt mit einer Spannweite von maximal 21,5 m und einem Achsabstand von 5 bis 7 m errichtet. In der Werkstatt ist ebenfalls eine Montagegrube mit einer Tiefe von 1,05 m geplant. Außerhalb der Halle ist an der Westseite eine LKW-Waage vorgesehen, deren Einbindetiefe nach Angaben des Planers etwa 1,0 m beträgt. An der Ostseite der Werkstatt soll ein Tankplatz angeordnet werden. Der hierfür erforderliche Tank wird ggf. unterirdisch eingebaut. Nach Angaben des Planers beträgt die Einbindetiefe etwa 3,5 m.

Für die beiden Hallen im Norden und Nordosten (Schüttgut- und Recyclinghalle sowie LKW-Halle) liegen derzeit noch keine Planunterlagen vor. Nach Angaben des Planers werden sie als 3-seitig geschlossene Pultdachhallen mit einem Achsabstand von etwa 6 m und einer Stützweite von etwa 15 m ausgeführt.

Die Bodenplatten der Hallen werden in der Regel konventionell bewehrt oder stahlfaserbewehrt. Die genauen Nutzlasten und Setzungsanforderungen sind nicht bekannt.

Die Außenflächen werden überwiegend asphaltiert. Teilbereiche werden wassergebunden befestigt. Im Bereich der Außenanlagen sind mehrere, z.T. überdachte Schüttgutboxen, Lager- und LKW-Verladeflächen sowie PKW-Parkplätze geplant. Informationen bzgl. der geplanten Belastungsklasse nach RStO 12 liegen nicht vor. Nach Angabe des Planers sollen die Verkehrsflächen für Schwerverkehr ausgelegt werden. Im Folgenden gehen wir deshalb für die Verkehrsflächen von den Belastungsklassen Bk3,2 bis Bk10 nach RStO 12 aus.

**Anmerkung:** Das auf dem Lageplan im Nordosten dargestellte Regenrückhaltebecken (siehe Anlage 1.2) wird nach Rücksprache mit dem Planer nicht ausgeführt. Stattdessen soll anfallendes Niederschlagswasser über einen Kanal in ein gemeindliches Becken außerhalb der Baufläche geleitet werden. Dieses ist nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Die jeweiligen Gebäudeecken der Hallen waren vor Ort nicht markiert, sie wurden grob anhand des vorliegenden Lageplanes eingemessen. Die genaue Lage der Gebäude kann dem Lageplan der Anlage 1.2 entnommen werden.

#### *Höheneinstellung aller Bauwerke*

- OK FFB = Baukote  $\pm 0,00$  m (366,0 mNN)

Nach den vorliegenden Planunterlagen soll die Geländeoberkante zukünftig auf dem kompletten Baufeld bei ca. 366,0 mNN liegen. Gegenwärtig fällt das Gelände wie oben bereits beschrieben nach Norden hin stark ab, so dass großflächig bis zu 5...6 m mächtige Geländeauffüllungen erforderlich werden.

### 1.3 Geotechnische Kategorie

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1:2014-03 und DIN 1054:2021-04 in Verbindung mit DIN 4020:2010-12 der **Geotechnischen Kategorie 2** (mittlerer Schwierigkeitsgrad) zuzuordnen. Unter Umständen ist es notwendig, diese Einstufung in Abhängigkeit von weiteren Planungen anzupassen.

### 1.4 Geologie

Nach der digitalen geologischen Karte von Bayern im Maßstab 1:25.000 steht im Planungsgebiet der Blasensandstein des Mittleren Keupers an, der aus fein- bis grobkörnigen, plattigen bis massigen Sandsteinen mit Ton- und Schluffsteinlagen besteht. Vereinzelt können den Sandsteinen Dolomitsteinbänke zwischengelagert sein (Quelle <https://geoportal.bayern.de>).

Oberflächennah sind die Festgesteine entfestigt und zu Lockergesteinen (Sande, Schluffe, Tone) zersetzt.

### 1.5 Erdbebenzone

Nach der bereits zurückgezogenen DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (ehemals DIN 4149:2005-04) gehört der Untersuchungsraum (bezogen auf die Koordinaten der Ortsmitte von 91452 Wilhermsdorf) zu keiner Erdbebenzone (Quelle: <http://gfz-potsdam.de>).

Nach DIN EN 1998-1/NA:2021-07 muss zur Ermittlung der tatsächlich am Standort zu berücksichtigen Beschleunigungen die spektrale Antwortbeschleunigung aus der online verfügbaren Karte abgerufen werden (Quelle: <http://www-app5.gfz-potsdam.de/d-eqhaz16/index.html>).

### 1.6 Frosteinwirkungszone

Als frostbeeinflusste Tiefe sind nach RStO 12 (Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Korrektur Juni 2020) mindestens 0,8 m (Frosteinwirkungszone I), 1,0 m (Frosteinwirkungszone II) bzw. 1,2 m (Frosteinwirkungszone III) anzusetzen.

Das Planungsgebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone II.

## 1.7 Radon-Vorsorgegebiet

Das Grundstück befindet sich gemäß Angabe des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) in keinem Radon-Vorsorgegebiet (Quelle: <https://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/radon/karten/vorsorgegebiete.html>).

## 2 Baugrunderkundung

### 2.1 Geotechnische Untersuchungen

Zur Baugrunderkundung wurden insgesamt 14 Rammkernbohrungen (Kleinbohrungen) sowie 10 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) niedergebracht. Die Bezeichnungen der Bohrungen lauten BS1 bis BS10, die der Sondierungen DPH1 bis DPH10. Drei der Sondierungen wurden zur besseren Korrelation jeweils direkt neben einer Bohrung (Abstand 1 m) ausgeführt.

Die Lage der Untersuchungspunkte kann der Anlage 1 entnommen werden. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 2 und 3 graphisch in Form von Bodenprofilen und Sondierdiagrammen dargestellt.

Bei den Sondierungen ist die Anzahl der Schläge ( $N_{10}$ ) für 10 cm Eindringung der Sondenspitze eingetragen. Aus den gemessenen Schlagzahlenwerten kann eine entsprechende relative Festigkeit der Böden abgeleitet werden (siehe Tabelle 1). Zur besseren Veranschaulichung ist in den Anlagen die Lagerungsdichte der Böden farblich gekennzeichnet. Locker gelagerte Böden sind rot, mitteldicht gelagerte Böden grau und dicht gelagerte Böden grün hinterlegt.

**Tabelle 1:** Erfahrungswerte für relative Festigkeiten der Böden in Abhängigkeit der DPH-Schlagzahlenwerte  $N_{10}$

DPH Schlagzahl $N_{10}$	Lagerungsdichte *1	DPH Schlagzahl $N_{10}$	Konsistenz *2
0-1	sehr locker	0-2	breiig
1-4	locker	2-5	weich
4-15	mitteldicht	5-9	steif
15-30	dicht	9-17	halbfest
>30	sehr dicht	>17	fest

\*1 Lagerungsdichte grobkörniger Böden (Sand/Kies)

\*2 Konsistenz bindiger Erdstoffe (Schluff/Ton)

Hinweis: Durch den Rammvorgang kann in den anstehenden Schluffen/Tonen eine Lagerungsstörung auftreten, die eine geringere Konsistenz vortäuscht als der ungestörte Boden tatsächlich aufweist.

Die Bohrpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen.

Höhenbezugspunkt: Oberkante südwestlicher Grenzstein mit einer Höhe von etwa 366,0 mNN (siehe Anlage 1.2); Höhenangabe aus Grundriss (Lageplan).

**Anmerkung:** Nach Rücksprache mit dem Planer handelt es sich bei den im Grundriss/Lageplan verzeichneten Höhenangaben um Planungshöhen. Die im Südwesten angegebene Höhe (ca. Bereich Grenzstein) entspricht in etwa der derzeitigen Geländeoberkante, so dass diese von uns als Bezugshöhe für unser Höhennivellement verwendet wurde. Geringfügige Abweichungen im cm bis dm-Bereich sind nicht auszuschließen, für die Gründungsempfehlung jedoch nicht maßgebend.

## 2.2 Untergrundverhältnisse

Die Baugrundsituation stellt sich anhand der Aufschlussergebnisse wie folgt dar:

Unterhalb der ca. 20-40 cm starken Oberbodenauflage folgen im gesamten Baufeld vorwiegend Sande mit unterschiedlichem Gehalt an bindigen (nichtbindig bis stark schluffig/tonig), stellenweise kiesigen Beimengungen, denen vereinzelt dünne (ca. 5-10 cm) Tonlagen zwischengelagert sind. Nach den Sondierergebnissen und dem Bohrfortschritt ist den Sanden bis etwa 0,6...1,3 m Tiefe eine lockere Lagerung zuzuordnen. Darunter liegt durchwegs eine mindestens mitteldichte, ab 1,1...3,0 m Tiefe eine dichte Lagerung vor. Bereichsweise (siehe BS7 und BS12) werden die Sande von sandigen Schluffen bzw. Tonen mit steifer Konsistenz überlagert. Die Konsistenz wurde im Feldversuch mittels Taschenpenetrometer ermittelt.

In den Bohrungen BS8 und BS10 steht ab etwa 2,1...2,5 m unter Gelände bis zur Bohrendtiefe sandiger Ton an.

Alle Bohrungen mussten aufgrund des hohen Bohrwiderstandes vor Erreichen der geplanten Endtiefe von 5 m, in etwa 1,2...2,9 m unter Gelände abgebrochen werden (verfahrensbedingte Endteufe). In diesen Tiefen stehen meist mindestens mürbe Sandsteine, stellenweise feste Tone bzw. Tonsteine an.

Im weiteren Verlauf muss mit mürben bis harten Sandsteinen sowie festen Tonen bzw. mürben bis mittelharten Tonsteinen gerechnet werden. Die Kornbindung, Verwitterung, Härte und damit die Gesteinsfestigkeiten können vertikal und in der Fläche stark wechseln.

Die genaue Schichtenfolge ist den Bohrprofilen zu entnehmen.

Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde bestätigen die Bohrergebnisse.

## 2.3 Grundwasserverhältnisse

Grund-, Schichten- oder Stauwasser wurde bei den Untersuchungen nicht erkundet.

Aufgrund der bereichsweise vorhandenen Böden mit hohem Feinkornanteil ist nach starken Regenereignissen jedoch von zumindest zeitweiser Schichten- und/oder Stauwasserbildung auszugehen. Die Ergiebigkeit ist stark witterungsabhängig.

Grundwassermessstellen sind in der näheren Umgebung des Baufeldes nicht vorhanden.

Etwa 500 m südöstlich des Planungsgebietes befindet sich ein Ausläufer der *Zenn*. Das Grundstück liegt außerhalb des wassersensiblen Bereiches der Vorflut bzw. von festgesetzten Hochwassergefahrenflächen oder Trinkwasserschutzgebieten.

## 2.4 Wasserdurchlässigkeit der Böden

Bei den folgenden Angaben bezüglich der Wasserdurchlässigkeit der verschiedenen Böden handelt es sich um eine auf Erfahrungen beruhende Abschätzung.

In den anstehenden Sanden sind - abhängig vom Feinanteil - Wasserdurchlässigkeiten in einer Größenordnung von  $k = 1 \times 10^{-4}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s zu erwarten. Bei stark bindigen Sanden sind auch Werte  $< 1 \times 10^{-6}$  m/s nicht auszuschließen. Die anstehenden Sande sind nach DIN 18130 als durchlässig, untergeordnet als schwach durchlässig zu klassifizieren.

Die Schluffe/Tone weisen erfahrungsgemäß Wasserdurchlässigkeiten in der Größenordnung von  $k \ll 1 \times 10^{-6}$  m/s auf und sind nach DIN 18130 als schwach bis sehr schwach durchlässig zu klassifizieren.

Die Durchlässigkeit der anstehenden Festgesteine (Sandstein, Ton fest bzw. Tonstein) ab 1,2...2,9 m Tiefe ist abhängig von der Festigkeit, vom Verwitterungsgrad, vom Feinanteil und von der Klüftigkeit. Harter, unverwitterter Fels kann als nahezu wasserundurchlässig mit einem Wert von  $k \ll 1 \times 10^{-6}$  m/s bewertet werden.

Zu beachten ist: Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) ist von verschiedenen Parametern, wie z.B. Korngröße, Kornverteilung, Korngefüge und Lagerungsdichte abhängig und kann daher stark variieren.

### 3 Bodenkenngrößen, Bodenklassifikation, Homogenbereiche

#### 3.1 Geotechnische Kennwerte

Dem angetroffenen Untergrund können für erdstatische Berechnungen auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen erfahrungsgemäß nachfolgende charakteristische Kennwerte zugrunde gelegt werden:

**Tabelle 2:** Charakteristische Bodenkenngrößen

Schicht Nr.	Bodenbeschreibung	Konsistenz / Lagerungsdichte / Festigkeit	Wichten		Scherparameter		Steifemoduli i.M.
			erdfeucht	unter Auftrieb	Reibung	Kohäsion	
			$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi'_k$	$c'_k$	$E_{s,k}$
			[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]
1	Sand, nichtbindig bis stark schluffig/tonig, stw. schwach kiesig bis kiesig	locker gelagert	18-19	-	30-32,5	0	10-20
2	Sand, nichtbindig bis stark schluffig/tonig, stw. schwach kiesig bis kiesig	mitteldicht bis dicht gelagert	19-20	-	32,5-35	0	30-50
3	Ton/Schluff, sandig	steif	19	-	25	5	5-8
4	Ton/Schluff, sandig	halbfest/fest	20	-	27,5	10-12	10-20
5	Ton/Tonstein	fest/ mindestens mürbe	21-22	-	27,5-30	12-15	15-30
6	Sandstein	mindestens mürbe	22-23	-	37,5-40	15-20	80-100
X	<b>Tragschicht:</b> kornabgestufte Mineralgemische (Schotter-Splitt-Sand-Gemische), Gesteinskörnungen 0/45-0/56 mm	-	19-20	-	35-37,5	0	60-80

Die genaue Schichtenfolge und -tiefenlage ist den Anlagen zu entnehmen. Die o.g. Werte gelten für die auf dem Planungsgelände angetroffenen Böden. Die Konsistenz der Tone/Schluffe wurde mit einem Taschenpenetrometer bestimmt.

Im Regelfall können erdstatische Berechnungen mit den Mittelwerten der obigen Tabelle ausgeführt werden.

Erläuterungen zu Tabelle 2:

- $\gamma_k$  charakt. Wichte des erdfeuchten Bodens
- $\gamma'_k$  charakt. Wichte des Bodens unter Auftrieb
- $\varphi'_k$  charakt. Wert des Reibungswinkels des drainierten Bodens

$c'_k$  charakt. Wert der Kohäsion des drainierten Bodens

$E_{s,k}$  charakt. Wert des Steifemoduls

### 3.2 Bodenklassifikation und Homogenbereiche

Gemäß DIN 18300:2016-09 sind Boden und Fels entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- und/oder Felsschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen können die angetroffenen Bodenschichten den in der Tabelle 3 angegebenen Homogenbereichen zugeordnet werden. Ergänzend sind informativ die Bodenklassen nach DIN 18300:2012-9 bzw. DIN 18301:2010-4 aufgeführt.

Die endgültige Einteilung in Homogenbereiche ist zwischen Planer und dem Sachverständigen für Geotechnik im Zuge der weiteren Planung ggf. anzupassen.

In der Tabelle 4 und der Tabelle 5 sind ergänzende Eigenschaften und Kennwerte für die einzelnen Homogenbereiche dargestellt. Die Angaben und deren Bandbreite gründen zum Teil auf direkten Feldversuchen und zum Teil auf Erfahrungswerten für vergleichbare Bodenarten.

**Anmerkung:** Der Oberboden (Homogenbereich O) ist bautechnisch nicht relevant und wird im Folgenden nicht weiter betrachtet.

**Tabelle 3:** Homogenbereiche/Bodenklassifikation

Schicht Nr.	Homogenbereich DIN 18300 *1	Kurzzeichen nach DIN 18196 *2	Bodenklasse DIN 18300 *3	Bodenklasse DIN 18301 *3	Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17 *4
1+2	B1	SE, SW, SI, SU, ST, SU*, ST*	3-5 leicht bis schwer lösbar	BN 1, BN 2	F1/F2/F3
3+4	B2	TM, TA, UM, UA	3-5 leicht bis schwer lösbar	BB 2 - BB 3	F3
6	X1	-	6+7 leicht bis schwer lösbarer Fels	FV 1 - FV 4 FD 1 - FD 3	F1/F2
5	X2	TL/-	6+7 leicht bis schwer lösbarer Fels	BB 4 FV 1 - FV 3, FD 1 - FD 2	F3

- \*1 Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 bzw. VOB/C 2015
- \*2 Einstufung gemäß Geländeansprache bzw. geomechanische Versuche
- \*3 nur informativ gem. DIN 18300:2012-09, DIN 18301:2010-4 bzw. VOB/C 2012
- \*4 F1 = nicht frostempfindlich (maximal 5-7 M-% Feinkornanteil < 0,063 mm)  
F2 = gering bis mittel frostempfindlich  
F3 = sehr frostempfindlich

Maßgebend für die Frostempfindlichkeit und die Einstufung zur Frostempfindlichkeitsklasse F1/F2 ist der Feinkornanteil, d.h. der Anteil der Korngröße <0,063 mm.

Der genaue Schwierigkeitsgrad der erdbautechnischen Bearbeitung von Boden und Fels lässt sich vollumfänglich erst während des Arbeitsprozesses zusammen mit dem Sachverständigen für Geotechnik bewerten. Aufgrund des örtlich im Bereich des Tankstellen-Tanks (LKW-Werkstatt) erforderlichen Felsaushubes ist mit einem entsprechenden Mehraufwand beim Lösen zu rechnen.

Zu beachten ist: Unter dynamischen Lasten und Wasserzutritten können die Böden der Schichten 3 und 4 stark aufweichen und eine Konsistenzänderung hin zu breiiger bis flüssiger Beschaffenheit erfahren. Die aufgeweichten Böden sind dann der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

**Tabelle 4:** Homogenbereiche - Boden

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich	
	B1	B2
Ortsübliche Bezeichnung	Sand	Ton
Anteil Steine / Blöcke * [%]	≤ 5	≤ 5
Dichte ρ [t/m³]	1,7-2,1	1,8-2,1
undrainierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m²]	-	60-300
Wassergehalt $w_n$ [%]	nicht bestimmt	nicht bestimmt
Durchlässigkeit [m/s]	$1 \times 10^{-4}$ bis $\leq 1 \times 10^{-6}$	$\ll 1 \times 10^{-6}$
Plastizitätszahl $I_p$ [%]	-	nicht bestimmt
Konsistenzzahl $I_c$ [-]	-	0,75-1,5
Konsistenz	-	weich bis halbfest/fest
Lagerungsdichte	locker bis dicht	-
Organischer Anteil [%]	0-2	0-5
Abrasivität nach NF P18-579	abrasiv	kaum bis schwach abrasiv

- für Schicht nicht relevant/maßgebend

\* Steine / Blöcke können nur durch Bohrungen großer Durchmesser und/oder in Schürfen erfasst werden

**Tabelle 5:** Homogenbereiche - Fels

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich	
	X1	X2
Ortsübliche Bezeichnung	Sandstein	Tonstein
Dichte $\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	2,1-2,3	2,0-2,3
Verwitterung und Veränderung, Veränderlichkeit	schwach bis stark verwittert, schwach veränderlich bis veränderlich	mäßig bis stark verwittert, stark veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit $q_u$ [MN/m <sup>2</sup> ]	0,5-25	0-5
Trennflächenabstand [mm]	-	-
Kluftabstand [mm]	-	-
Abrasivität nach NF P18-579	abrasiv bis stark abrasiv	kaum bis schwach abrasiv *

- keine Angabe möglich (zu geringe Datenmenge)

\* In den Tonsteinen ist zusätzlich mit einem entsprechenden Verklebungspotential am Bohrwerkzeug zu rechnen.

Soll eine Unterteilung zwischen den Bodenklassen 6 und 7 erfolgen, kann als Abgrenzungskriterium eine einaxiale Druckfestigkeit von  $q_u = 5 \text{ MN/m}^2$  festgelegt werden.

**Hinweis:** Eine Klassifizierung auf der Grundlage von Bohrerergebnissen kann nur angenäherte Ergebnisse liefern. Eine zuverlässige Beurteilung kann meist erst baubegleitend erfolgen (vgl. ZTV E-StB 17).

## 4 Gründungsempfehlungen, Hinweise

### 4.1 Planung

Die nicht unterkellerten Hallen werden voraussichtlich auf **Einzel- und/oder Streifenfundamenten** gegründet. Nach Angaben des Planers werden die Oberkanten FFB aller Hallen bei Baukote  $\pm 0,00$  m (366,0 mNN) angeordnet.

Für die geplanten Montagegruben im Bereich der Prüfhalle sowie der LKW-Werkstatt gehen wir von einer Gründung auf einer **Fundamentplatte** aus. Die OK FFB liegen bei Baukote -1,05 m (364,95 mNN) bzw. -1,4 m (364,4 mNN).

Bei der LKW-Waage handelt es sich in der Regel um ein Betonfertigteile mit integrierten Fertigteilefundamenten (**Streifenfundamenten**), die auf eine Tragschicht aufgesetzt werden. Die Einbindetiefe der Waage beträgt nach Angaben des Planers etwa 1,0 m ausgehend von der zukünftigen Geländeoberkante, die durchwegs bei etwa 366,0 mNN vorgesehen ist. Die Gründungstiefe liegt demnach bei etwa 365,0 mNN.

Die geplanten Schüttgutboxen werden erfahrungsgemäß auf einer 20-30 cm starken Fundamentplatte mit eingespannten Betonwänden gegründet, die auf eine entsprechend dimensionierte Tragschicht aufgesetzt wird. Die bereichsweise angedachte Überdachung der Schüttgutboxen gründet ggf. auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten mit frostsicherer Einbindetiefe.

Der für die geplante Tankstelle im Bereich der LKW-Werkstatt erforderliche Tank wird voraussichtlich unterirdisch angeordnet. Die Einbindetiefe beträgt nach Angabe des Planers etwa 3,5 m. Erfahrungsgemäß werden solche Tanks mit einer etwa 20 cm dicken Sandschicht ummantelt. Die Aushubsohle für den Tank (Unterkante Sandbett) liegt demnach bei etwa 3,7 m unter Gelände (361,3 mNN).

### 4.2 Baugrundbeurteilung

Bei einer Gründung auf **Einzel- und Streifenfundamenten** sind bei den einzelnen Hallen unter Berücksichtigung einer frostsichereren Einbindetiefe ( $\geq 1,0$  m) folgende Böden in Höhe der Gründungssohlen zu erwarten:

#### Prüfhalle (siehe Anlage 3.4):

- locker gelagerter Sand

#### LKW-Werkstatt und LKW-Waage (siehe; Anlage 3.3):

- locker gelagerter Sand
- neu zu erstellende Geländeauffüllungen im nördlichen, talseitigen Bereich (ca. 0,25 m nach Abzug des Oberbodens; darunter mitteldicht gelagerter Sand)

### **LKW-Halle (siehe Anlage 3.2):**

- neu zu erstellende Geländeauffüllungen (ca. 1,1-3,5 m nach Abzug des Oberbodens; darunter locker und mitteldicht gelagerter Sand sowie steifer Ton)

### **Schüttgut- und Recyclinghalle (siehe Anlage 3.1):**

- neu zu erstellende Geländeauffüllungen (ca. 1,7-4,2 m nach Abzug des Oberbodens; darunter locker und stw. mitteldicht gelagerter Sand)

### **Überdachung Schüttgutboxen (siehe Kapitel 3.5):**

- steifer Ton
- mitteldicht gelagerter Sand
- neu zu erstellende Geländeauffüllungen im nördlichen, talseitigen Bereich (ca. 0,6-1,3 m nach Abzug des Oberbodens, darunter mitteldicht gelagerter Sand)

Bei Ausführung einer **Plattengründung** der Montagegruben und den Schüttgutboxen sind ausgehend von den vorgegebenen Gründungs-/Einbindetiefen folgende Böden in Höhe der Gründungssohlen der einzelnen Bauwerke zu erwarten:

### **Montagegruben Prüfhalle (siehe Anlage 3.4):**

- mitteldicht gelagerter Sand

### **Montagegrube LKW-Werkstatt (siehe Anlage 3.3):**

- locker gelagerter Sand
- mitteldicht gelagerter Sand

### **Schüttgutboxen (siehe Anlage 3.5):**

- neu zu erstellende Geländeauffüllungen (ca. 0,3-1,3 m nach Abzug des Oberbodens, darunter steifer Ton, locker und mitteldicht gelagerter Sand)

Die Aushubsohle des **Tankstellen-Tanks** bei der LKW-Werkstatt (**siehe BS8/DPH5 auf Anlage 3.3**) kommt im festen Ton/Tonstein zu liegen.

Die anstehenden locker gelagerten Sande weisen für eine Flachgründung im Sinne der DIN EN 1997-1 (EC 7) keine ausreichende Tragfähigkeit auf. Ausreichend bis gut tragfähiger Baugrund wird mit mindestens mitteldicht gelagerten Sanden sowie steifen Tonen/Schluffen erreicht, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass steifer Ton eine geringere Tragfähigkeit besitzt als mitteldicht gelagerter Sand.

Die vor allem im nördlichen, talseitigen Bereich zu erstellenden Geländeauffüllungen sind unter Voraussetzung eines fachgerechten Einbaus (siehe Vorgaben in Kapitel 4.3.1) als gut tragfähig zu bewerten.

In Bereichen mit anstehenden locker gelagerten Sanden oder mit wechselnden Untergrundverhältnissen und damit wechselnden Tragfähigkeiten werden Zusatzmaßnahmen

in Form von Fundamenttieferführungen bzw. von Bodenaustauschmaßnahmen (siehe Kapitel 4.3 und 4.4) erforderlich.

Zur besseren Veranschaulichung sind die Bohrprofile in den geotechnischen Schnitten der Anlagengruppe 3 graphisch dargestellt.

### 4.3 Gründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten

#### 4.3.1 Prüfhalle, LKW-Werkstatt und LKW-Waage

- Die Fundamente sind mittels Magerbeton bis auf die mindestens mitteldicht gelagerten Sande ab etwa Baukote -1,1...-1,9 m tieferzuführen.
- Die Gründungsbauteile sind konstruktiv zu bewehren und frostsicher (Mindesteinbindetiefe  $t \geq 1,0$  m unter geplanter Geländeoberkante) auszuführen.
- Die genauen Verdichtungsanforderungen an die Tragschicht der Bodenplatten ( $E_{v2}$ -Modul) sind nicht bekannt und werden in der Regel durch den Tragwerksplaner vorgegeben. Die Bodenplatten können auf einem entsprechend dimensionierten Polster gegründet werden. Erfahrungsgemäß kann von einem geforderten Wert in Höhe der Tragschichtoberkanten von ca. 100-120 kN/m<sup>2</sup> ausgegangen werden (Prüfung durch Tragwerksplaner erforderlich). Ausgehend von den genannten Werten ist im Unterbau eine **Tragschicht in einer Mindeststärke von 50-60 cm** einzubauen. Der Boden ist bis zur Tragschichtunterkante auszukoffern; die Aushubsohle ist nachzuverdichten. Anschließend kann das Tragschichtmaterial, bestehend aus kornabgestuften, frostsicheren Mineralgemischen/Gesteinskörnungen (0/45-0/56) eingebaut und verdichtet werden. Der Einbau der Tragschicht hat erdfeucht und lagenweise ( $d < 30$  cm) zu erfolgen. Die einzelnen Einbaulagen sind in mehreren Übergängen mit einer schweren Rüttelplatte oder einem Walzenzug zu verdichten. Die charakteristischen Bodenkennwerte des Tragschichtmaterials können der Tabelle 2, Zeile X entnommen werden.
- Es sind Verdichtungskontrollen durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 auszuführen. Die genaue Anzahl und Lage der Kontrollversuche ist mit dem Sachverständigen für Geotechnik abzustimmen.

#### 4.3.2 LKW-Halle und Schüttgut- und Recyclinghalle

- Unterhalb der planmäßigen Fundamente werden durchwegs Geländeauffüllungen in einer Stärke von 1,1...4,7 m erforderlich. Die Oberbodenauflage ist vorab

zu entfernen und das Erdplanum ist in den sandigen Bereichen gut nachzuverdichten. Ggf. in Höhe Erdplanum anstehende weiche Böden sind zusätzlich auszuräumen (Abnahme durch Baugrundgutachter erforderlich). Anschließend kann das Auffüllmaterial eingebaut und verdichtet werden. Als Auffüllmaterial sind **bis mindestens 50 cm unter den Fundamenten kornabgestufte Mineralgemische/Gesteinskörnungen (0/45-0/56) zu verwenden (Tragschicht)**. Beim Einbau der Tragschicht ist an den Fundamenträndern jeweils eine Spannungsausbreitung von 45° allseitig gegen die Horizontale zu berücksichtigen. Darunter können gut verdichtbare Sande/Kiese verwendet werden. Der Einbau des Tragschicht-/Auffüllmaterials hat erdfeucht und lagenweise ( $d < 30$  cm) zu erfolgen. Die einzelnen Einbaulagen sind in mehreren Übergängen mit einer schweren Rüttelplatte oder einem Walzenzug zu verdichten.

- Die Gründungsbauteile sind konstruktiv zu bewehren und frostsicher (Mindesteinbindetiefe  $t \geq 1,0$  m unter geplanter Geländeoberkante) auszuführen.
- Die genauen Verdichtungsanforderungen an die Tragschicht der Bodenplatten ( $E_{v2}$ -Modul) sind nicht bekannt und werden in der Regel durch den Tragwerksplaner vorgegeben. Die Bodenplatte kann auf einem entsprechend dimensionierten Polster gegründet werden. Erfahrungsgemäß kann von einem geforderten Wert in Höhe der Tragschichtoberkante von ca. 100-120 kN/m<sup>2</sup> ausgegangen werden (Prüfung durch Tragwerksplaner erforderlich). Im Unterbau ist (bei fachgerechtem Einbau der unterhalb der Bodenplatte erforderlichen Geländeauffüllungen) eine **Tragschicht in einer Mindeststärke von 30 cm** entsprechend den oben gemachten Einbauvorgaben einzubauen.
- Für die unterhalb der Tragschicht zusätzlich erforderlichen Geländeauffüllungen können gut verdichtbare Sand-Kiesgemische, Mineralgemische/Gesteinskörnungen oder ggf. Beton-Recycling-Material verwendet werden. Falls Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) verwendet werden, sind die Einbaukriterien gem. RC-Leitfaden (Anforderung an die Verwertung von Recycling-Baustoffen in technischen Bauwerken) zu beachten. Es sind geprüfte, güteüberwachte und zertifizierte RC-Baustoffe zu verwenden. Der Einbau von RC-Baustoffen ist nicht überall möglich, die Zulässigkeit muss durch die ausführende Baufirma mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden. Der Einbau der Geländeauffüllungen hat entsprechend den oben genannten Einbauvorgaben zu erfolgen.
- Aufgrund der hohen Einbauhöhen der Auffüllungen sind baubegleitend umfangreiche Kontrollprüfungen notwendig; es sind statische Plattendruckversuche nach DIN 18134, Sondierungen mit der schweren Rammsonde sowie ggf. weitere Untersuchungen (Dichtemessungen, Proctorversuche etc.) auszuführen. Das baubegleitende Untersuchungsprogramm sowie die genaue Anzahl und

Lage der Kontrollversuche sind mit dem Sachverständigen für Geotechnik abzustimmen.

### 4.3.3 Überdachung Schüttgutboxen

- Grundsätzlich sind die Fundamente einheitlich in mindestens mitteldicht gelagerten Sanden bzw. den fachgerecht eingebauten Geländeauffüllungen zu gründen.
- Sollten in Höhe der Gründungssohle gering tragfähige Böden, wie z.B. aufgeweichte oder locker gelagerte Böden sowie Tone/Schluffe anstehen, so sind diese gegen Magerbeton auszutauschen (verdickte Sauberkeitsschicht/Tieferführung).
- Das Erdplanum ist bei anstehenden Sanden vor dem Einbau der Geländeauffüllungen in mehreren Übergängen mit schwerem Gerät nachzuverdichten. Gegebenenfalls anstehende weiche Tone/Schluffe sind komplett auszuräumen und durch das Auffüllmaterial zu ersetzen (Abnahme durch Baugrundgutachter erforderlich).
- Der Einbau der Geländeauffüllungen unterhalb der Fundamente hat entsprechend den in Kapitel 4.3.2 genannten Einbauvorgaben zu erfolgen.

## 4.4 Gründung auf einer Fundamentplatte

### 4.4.1 Montagegruben Prüfhalle und LKW-Werkstatt

- Die Gründung der Fundamentplatten hat in mindestens mitteldicht gelagerten Sanden zu erfolgen. In Höhe Aushubsohle anstehende locker gelagerte Sande (wie im Bereich der LKW-Werkstatt angetroffen), aufgeweichte Böden sowie ggf. vorhandene Tonzwischenlagen sind auszuräumen und gegen Magerbeton zu ersetzen (verdickte Sauberkeitsschicht).
- Sollten größere Bodenaustauschmaßnahmen notwendig werden, können hierzu kornabgestufte Mineralgemische/Gesteinskörnungen (0/45-0/56) verwendet werden. Der Einbau hat erdfeucht und lagenweise ( $d < 30$  cm) zu erfolgen. Die einzelnen Einbaulagen sind mit einer Rüttelplatte in mehreren Übergängen zu verdichten.

### 4.4.2 Schüttgutboxen

- Unterhalb der Fundamentplatten ist einheitlich eine **Tragschicht** in einer Stärke von **mindestens 50 cm** einzubauen. In Höhe Aushubsohle anstehende

Tone/Schluffe (siehe BS12) sind zusätzlich auszuräumen und durch das Tragschichtmaterial zu ersetzen. Als Tragschichtmaterial sind kornabgestufte Mineralgemische/Gesteinskörnungen (0/45-0/56) zu verwenden. An den Fundamentplattenrändern ist eine Spannungsausbreitung von 45° allseitig gegen die Horizontale zu berücksichtigen. Der Einbau der Tragschicht hat erdfeucht und lagenweise ( $d < 30 \text{ cm}$ ) zu erfolgen. Die einzelnen Einbaulagen sind mit mehreren Übergängen zu verdichten.

- Für die im überwiegenden Bereich unterhalb der Tragschicht erforderlichen Geländeauffüllungen sind die Vorgaben in Kapitel 4.3.2 zu beachten. Ggf. in Höhe Erdplanum anstehende weiche Böden sind zusätzlich auszuräumen (Abnahme durch Baugrundgutachter erforderlich). Anschließend kann das Auffüllmaterial lagenweise entsprechend den oben genannten Einbauvorgaben eingebaut und verdichtet werden.
- Um die Frostsicherheit zu gewährleisten, sind an den Fundamentplattenrändern ausreichend tiefe Frostriegel ( $t = 1,0 \text{ m}$  unter Fertiggelände) anzuordnen. Die Frostriegel dürfen nicht zur Abtragung von Bauwerkslasten herangezogen werden.
- Auf den Einbau von Frostriegeln kann nur verzichtet werden, wenn am Fundamentplattenrand ein dauerhafter seitlicher Überstand einer **frostsicheren Tragschicht** von mindestens 1,0 m eingehalten und eine **Mindestdicke der Tragschicht von 80 cm** berücksichtigt wird. Nachträgliche Auf- oder Abgrabungen im Bereich der Tragschicht sind zu vermeiden.
- Die genauen Verdichtungsanforderungen an die Tragschicht der Bodenplatten ( $E_{v2}$ -Modul) sind nicht bekannt und werden in der Regel durch den Tragwerksplaner vorgegeben. Analog zu den Hallen gehen wir von einem geforderten Wert in Höhe der Tragschichtoberkanten von ca. 100-120 kN/m<sup>2</sup> aus (Prüfung durch Tragwerksplaner erforderlich). Die ausreichende Verdichtung der Tragschicht ist durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu kontrollieren. Die Versuche sind vom Sachverständigen für Geotechnik auszuführen oder die Ergebnisse diesem vorzulegen.

#### 4.5 Tankstellen-Tank bei LKW-Werkstatt

- Die Gründung des Tanks hat im festen Ton/Tonstein bzw. im mindestens mitteldicht gelagerten Sand zu erfolgen. Gegebenenfalls in Höhe Aushubsohle anstehende weiche bis steife Tone sowie locker gelagerte Sande sind auszuräumen und durch das sandige Bettungsmaterial zu ersetzen.

## 4.6 Allgemeine Vorgaben für alle Gründungsvarianten

- Um ein Aufweichen bzw. Auflockern des freigelegten Erdplanums durch Witterungseinflüsse (Tagwasser, Austrocknung, Frost etc.) zu verhindern, ist das Planum unmittelbar nach dem Freilegen mit einer Sauberkeitsschicht (Magerbeton) bzw. Tragschicht bzw. den Geländeauffüllungen zu schützen. Die Sauberkeitsschicht/Tragschicht/Auffüllungen können direkt auf den anstehenden Boden aufgebracht werden. Nach Möglichkeit ist das Erdplanum abschnittsweise freizulegen und in Tagesleistung zu überbauen.
- Unmittelbar nebeneinanderliegende Fundamente/Gründungsbauteile müssen sich auf einem einheitlichen Gründungsniveau befinden. Beim Übergang unterschiedlicher Gründungstiefen ist eine Lastausbreitung unter  $45^\circ$  zu berücksichtigen (z.B. durch Abtreppungen, Tieferführungen von höher gelegenen Fundamenten).
- Auflockerungen der Gründungssohle (z.B. durch ein Befahren mit Baumaschinen) sind zu vermeiden. Durch den Baubetrieb aufgelockerte Böden sind - sofern möglich - nachzuverdichten oder gegen Magerbeton zu ersetzen. Alternativ kann eine Stabilisierung der Lockerböden durch eine ca. 10 cm dicke Auflage aus Mineralgemischen/Gesteinskörnungen (0/45-0/56) erfolgen.
- Das Erdplanum ist in mehreren Übergängen mit schwerem Gerät (schwere Rüttelplatte oder Walzenzug)
- Die genaue Festlegung der erforderlichen Maßnahmen kann erst beim Aushub zusammen mit dem Sachverständigen für Geotechnik erfolgen.

## 4.7 Angaben zur Bemessung der Gründung

Nachfolgende Angaben können zur Bemessung der Gründungsbauteile verwendet werden.

### 4.7.1 Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten (Hallen und LKW-Waage)

- Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes (EC 7) für Einzel- und Streifenfundamente wurde mit dem Programm *GGU-FOOTING* unter Berücksichtigung der Grundbruchsicherheit für die Bemessungssituation BS-P ermittelt.

In Abhängigkeit von der Fundamentgeometrie und den zulässigen Setzungen kann der Bemessungswert graphisch aus den Berechnungsausdrücken (Anlagengruppe 5) abgegriffen werden. Zwischenwerte können interpoliert werden.

- Für die Bemessung wurden die unterschiedlichen Gründungsvarianten im Bereich der jeweiligen Bauwerke mit den entsprechenden Bohrprofilen (jeweils ungünstigste Baugrundsichtung) zugrunde gelegt. Die verwendeten Bohr-/Sondierprofile sind auf der jeweiligen Anlage vermerkt. Bei Bedarf können weitere Grundbruch- und Setzungsberechnungen erfolgen.

#### 4.7.2 Gründung auf einer Fundamentplatte (Montagegruben und Schüttgutboxen)

- Für die Bemessung einer elastisch gebetteten Fundamentplatte können bei Beachtung der in Kapitel 4.4.1 und 4.4.2 gemachten Angaben nachfolgende Kennwerte verwendet werden:

##### Montagegruben:

*Mittlerer charakteristischer Bettungsmodul:  $k_{s,k} = 20 \text{ MN/m}^3$*

*Bemessungswert des Sohlwiderstandes ( $\sigma_{R,d}$ ) nach EC 7 in der Bemessungssituation BS-P:  $\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$*

##### Schüttgutboxen:

*Mittlerer charakteristischer Bettungsmodul:  $k_{s,k} = 25 \text{ MN/m}^3$*

*Bemessungswert des Sohlwiderstandes ( $\sigma_{R,d}$ ) nach EC 7 in der Bemessungssituation BS-P:  $\sigma_{R,d} = 380 \text{ kN/m}^2$*

##### **Anmerkungen zum Bettungsmodul:**

*Der Bettungsmodul ist belastungs- und flächenabhängig. Im Allgemeinen genügt es, den Bettungsmodul vereinfacht als gleichmäßig verteilt anzusetzen. Am Fundamentplattenrand kann in einem Streifen, der der doppelten Fundamentplattendicke entspricht, ein um 2/3 höherer Wert berücksichtigt werden. Je nach auftreten Randbedingungen kann nach Vorlage der genauen Bauwerkslasten der Wert mit einer Finiten-Element-Berechnung präzisiert werden.*

- Setzungen sind in einer Größenordnung von  $s_k \leq 1,5 \text{ cm}$  zu erwarten. Die Setzungen klingen rasch, d.h. überwiegend während der Bauzeit und Lastaufbringung ab.
- Genaue Setzungsbeträge können bei Bedarf nach Vorlage der Bauwerkslasten mit FEM-Berechnungen ermittelt werden.

#### 4.7.3 Tank

- Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.5 genannten Maßnahmen ist für die Bemessung des Tanks folgender Bemessungswert maßgebend:

*Bemessungswert des Sohlwiderstandes ( $\sigma_{R,d}$ ) nach EC 7 in der Bemessungssituation BS-P:  $\sigma_{R,d} = 320 \text{ kN/m}^2$*

- Sofern der Tank ebenfalls über eine elastisch gebettete Bodenplatte gegründet werden soll, können die nachfolgenden Kennwerte verwendet werden:

*Mittlerer charakteristischer Bettungsmodul:  $k_{s,k} = 18-20 \text{ MN/m}^3$*

- Setzungen sind in einer Größenordnung von  $s_k \leq 1,5 \text{ cm}$  zu erwarten. Die Setzungen klingen rasch, d.h. überwiegend während der Bauzeit und Lastaufbringung ab.
- Genaue Setzungsbeträge können bei Bedarf nach Vorlage der Bauwerkslasten mit FEM-Berechnungen ermittelt werden.

## 5 Wasserbeanspruchung - Abdichtung erdberührter Bauteile

Der Bemessungswasserstand ist der höchste - aus langjähriger Beobachtung ermittelte - zu erwartende Grund-, Schicht- oder Hochwasserstand unter Beachtung des Schwankungsbereichs.

Nach DIN 18533-1 ist bei der Ermittlung des Bemessungswasserstandes der Bemessungsgrundwasserstand HGW oder der Bemessungshochwasserstand HHW maßgebend, wobei der höhere Wert zu berücksichtigen ist.

Jahreszeitlich bedingt und niederschlagsabhängig können erhebliche Schwankungen der Wasserstände auftreten. Eine Bewertung und Angabe des genauen Schwankungsbereichs kann nur nach Messungen über einen langen Zeitraum und in kleinen Intervallen erfolgen. Im Rahmen der Baugrunderkundung war nur eine Stichtagesmessung möglich.

Bei den Untersuchungen im März/April 2023 wurde kein freies Wasser festgestellt.

Erfahrungsgemäß weisen die anstehenden Böden überwiegend einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) nach DIN 18130 von  $k \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s auf (wenig wasserdurchlässiger Baugrund nach DIN 18533-1). In Abhängigkeit der Niederschlagsverhältnisse muss aufgrund der gering wasserdurchlässigen Böden mit einem bereichs- und zeitweisen Aufstau von Sicker- bzw. Schichtenwasser gerechnet werden.

Die jeweiligen **Bemessungswasserstände** für die einzelnen Bauwerke können nur abgeschätzt werden und werden in folgenden Höhen angesetzt:

- Prüfhalle und LKW-Werkstatt mit Montagegruben LKW-Waage und Tank: **Baukote -1,0 m (365,0 mNN)**
- LKW-Halle: **Baukote -2,0 m (364,0 mNN)**
- Schüttgut- und Recyclinghalle: **Baukote -3,2 m (362,8 mNN)**
- Schüttgutboxen: **Baukote -2,1 m (363,9 mNN)**

Die Bodenplatten der Hallen/Schüttgutboxen sind nach DIN 18533-1 der **Wassereinwirkungsklasse W1-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser)** zuzuordnen und entsprechend abzudichten.

Nachfolgende Hinweise sind zu beachten:

- Das Bauwerk sollte so angeordnet und das umgebende Gelände so profiliert werden, dass die Wassereinwirkung der erdberührten Bauteile und des Wandsockels so gering wie möglich ist. Der Sockelbereich, Bauwerksöffnungen, Durchdringungen und Bewegungsfugen sind entsprechend den Angaben der DIN 18533-1 abzudichten. Oberflächenwasser ist z.B. durch das Anlegen von Rinnen, Mulden oder Gegengefälleflächen vom Gebäude planmäßig abzuleiten. Die

Unterkante der Abdichtungsebene muss mindestens 50 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen.

- Sofern der Baugrund, das Bodenaustauschmaterial bzw. die Geländeauffüllungen unterhalb der Bodenplatte einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k > 1 \times 10^{-4}$  m/s aufweist, kann bei wenig durchlässigen Böden nach DIN 18533-1 ( $k \leq 1 \times 10^{-4}$  m/s) auf Drainagemaßnahmen nach DIN 4095 verzichtet werden.
- Sollte das Gebäude seitlich angeschüttet werden, in das Gelände einschneiden oder bei wenig wasserdurchlässigen Böden (nach DIN 18130) auf eine Drainage nach DIN 4095 verzichtet werden, sind alle erdberührten Bauteile gegen drückendes Wasser (Wassereinwirkungsklasse W2-E) abzudichten oder als wasserundurchlässiges Betonbauteil nach DAfStb-Richtlinie (WU-Richtlinie) auszuführen.
- Die Hinweise und Vorgaben der DIN 4095, DIN 18195, DIN 18533 sowie die DAfStb-Richtlinie sind zu beachten.

Die ins derzeitige Gelände einbindenden Bauwerke (Montagegruben, LKW-Waage und Tank) sind nach DIN 18533-1 der **Wassereinwirkungsklasse W2-E (drückendes Wasser)** zuzuordnen und entsprechend abzudichten.

Nachfolgende Hinweise sind zu beachten:

- Die Abdichtung hat gemäß den Angaben der DIN 18533-1 zu erfolgen. Alternativ können die erdberührten Bauteile als wasserundurchlässiges Betonbauwerk („Weiße Wanne“) nach DAfStb-Richtlinie (WU-Richtlinie) ausgeführt werden. Das Bauwerk ist der Beanspruchungsklasse 1 zuzuordnen.
- Falls Stauwasser bei wenig wasserdurchlässigem Baugrund durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 zuverlässig vermieden wird, können die erdberührten Bauteile der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E zugeordnet und entsprechend abgedichtet werden. Der Bemessungswasserstand kann dann auf die Höhe der Drainage herabgesetzt werden.
- Alle Bauwerksöffnungen (Lichtschächte, Wanddurchdringungen, Bewegungsfugen etc.) sind druckwasserdicht auszuführen und -wenn möglich- oberhalb des Bemessungswasserstandes anzuordnen.
- Die Hinweise und Vorgaben der DIN 4095, DIN 18195, DIN 18533 sowie die DAfStb-Richtlinie sind zu beachten.
- Die Sicherheit gegen Aufschwimmen nach DIN EN 1997-1 (Grenzzustand UPL) muss **nicht** nachgewiesen werden.

## 6 Geotechnische Empfehlungen zum Verkehrsflächenaufbau

### 6.1 Planung

Die Verkehrsflächen werden über das gesamte Grundstück etwa in Höhe der Baukote  $\pm 0,00$  m (= 366,0 mNN) angeordnet. Es werden demnach über die gesamte Fläche Geländeauffüllungen in einer Stärke von ca. 0,6 bis 6,0 m erforderlich.

Genaue Angaben zum geplanten Verkehrsflächenaufbau, insbesondere Belastungsklassen liegen nicht vor. Da nach Angaben des Planers die Verkehrsflächen für Schwerverkehr ausgelegt werden sollen, gehen wir im Folgenden von den Belastungsklassen Bk3,2 und Bk10 nach RStO 12 aus. Zudem wird von einer Standardbauweise mit Asphaltdecke auf einer Frostschutzschicht ausgegangen.

### 6.2 Mindestdicke frostsicherer Straßenaufbau

Die Ermittlung der Mindestdicken für einen frostsicheren Oberbau erfolgt nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO12 unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeitsklasse des Untergrundes bzw. Unterbaues und der Bauweise der geplanten Verkehrsfläche. Zusätzlich sind Mehr- oder Minderdicken infolge der örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen.

Das Gebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone II.

Die anstehenden Böden sind gemäß ZTV E-StB 17 abhängig vom beigemengten Feinanteil der Frostempfindlichkeitsklasse F1, F2 und F3 zuzuordnen. Im vorliegenden Fall befindet sich das zukünftige Planum vorwiegend über dem derzeitigen Gelände, so dass die Frostempfindlichkeit vom verwendeten Material der Geländeauffüllungen abhängt. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass dieses Material mindestens in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 einzuordnen ist.

Für die Planung empfehlen wir deshalb insgesamt von Böden der Klasse F2 auszugehen. Werden in den Bereichen, in denen das Planum etwa in Höhe bzw. unterhalb der Geländeoberkante zu liegen kommt (südlicher Bereich) größere Bereiche mit bindigen und stark bindigen Sanden sowie Tonen/Schluffen der Klasse F3 angetroffen, so ist der frostsichere Aufbau in diesen Bereichen entsprechend den Vorgaben der RStO12 (Tabelle 6) um 10 cm zu erhöhen.

Entsprechend der zugrunde gelegten Belastungsklassen und der erforderlichen Mehr- oder Minderdicken kann nach den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus ermittelt werden.

Als Ausgangswerte für die Festlegung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist gemäß RStO 12, Tabelle 6 bei Böden der Frostepfindlichkeitsklasse F2 und einer Belastungsklasse von Bk3,2 **50 cm**, bei einer Belastungsklasse von Bk10 **55 cm** anzusetzen.

### **6.3 Beurteilung der Tragfähigkeit des Planums**

Nach RStO12 und ZTV E-StB 17 muss das Erdplanum im Bereich von Verkehrsflächen eine dauerhafte Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  aufweisen. Auf der Tragschichtoberkante ist ein Tragfähigkeitsbeiwert von  $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

Es ist davon auszugehen, dass die für das Erdplanum geforderten Tragfähigkeiten bei den hangseitig überwiegend vorhandenen Sanden durch Nachverdichten sowie bei den fachgerecht eingebauten Geländeauffüllungen durchwegs erreichbar sind.

Bei oberflächennah anstehenden steifen Tonen, wie in BS12 erbohrt, dürfte der erzielbare  $E_{v2}$ -Wert in Höhe Planum in einer Größenordnung von 5 bis 10  $\text{MN/m}^2$  liegen. Damit auf der Oberkante Frostschutzschicht der geforderte  $E_{v2}$ -Wert erreicht werden kann, ist in diesen Bereichen ein zusätzlicher Bodenaustausch erforderlich bzw. sind die Dicken der Frostschutz-/Schottertragschicht zu erhöhen. Es muss mit Mehrdicken von ca. 40-50 cm gerechnet werden. Gegebenenfalls oberflächennah anstehende weiche Tone/Schluffe sind komplett auszuräumen und durch das Frostschutz- bzw. Tragschichtmaterial zu ersetzen.

Vorab -idealerweise vor Erstellung der Ausschreibungsunterlagen- sind Probefelder anzulegen, um durch statische Plattendruckversuche zu überprüfen, ob die geforderten Werte eingehalten werden können.

Der genaue Umfang der erforderlichen Maßnahmen bzw. die Abgrenzung, wo eine Auskofferung erforderlich wird, kann erst während den Aushubarbeiten festgelegt werden.

### **6.4 Entwässerung des Straßenkoffers**

Neben der Querneigung des Planums ist durch Mulden, Rinnen oder Drainagen zu gewährleisten, dass Niederschlagswasser seitlich schnell abfließen kann und nicht im Bereich des Planums verbleibt.

Bei Böschungseinschnitten sind am Böschungsfuß Entwässerungsrinnen vorzusehen. Die Böschungen sind gemäß den Angaben der ZTV E-StB 17 auszuführen. Zur Erosionssicherung sind ingenieurbio-logische Maßnahmen einzuplanen.

Die Angaben und Hinweise der maßgebenden Normen und Richtlinien (z.B. RAS-Ew, ZTV Ew-StB 14) sind zu beachten.

## 7 Bauausführung

### 7.1 Herstellen der Baugrube

#### 7.1.1 Freie Böschungen

- Baugruben und Gräben bis maximal 1,25 m Tiefe dürfen nach DIN 4124 senkrecht geböscht werden, wenn keine baulichen Anlagen gefährdet und die Mindestabstände (siehe unten) eingehalten werden. Lokale Nachbrüche können nicht ausgeschlossen werden.
- Beträgt die Baugrubentiefe mehr als 1,25 m sind ohne rechnerischen Nachweis nach DIN 4124 nachfolgende Böschungswinkel (Regelböschungen) beim Herstellen der Baugrube oberhalb von Grund- oder Schichtwasserhorizonten nicht zu überschreiten:

*Sand/Schluff/Ton (weich): 45°*

*Schluff/Ton (min. steif): 60°*

*Ton, fest/Tonstein/Sandstein: 70-80°*

- Sämtliche im Zuge der Erdbauarbeiten erstellten Böschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Erosion und der Witterung zu schützen (z.B. durch eine Folienabdeckung).
- Die Böschungen müssen regelmäßig überprüft und gegebenenfalls abgeräumt werden. Dies gilt insbesondere nach längeren Arbeitsunterbrechungen, nach starken Regen- oder Schneefällen, nach dem Lösen größerer Erd- oder Felsmassen und bei einsetzendem Tauwetter.
- Die Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123 sind zu beachten und einzuhalten.
- Nach DIN 4124 ist entlang der Baugrubenböschung ein lastfreier Schutzstreifen von mindestens 0,60 m einzuhalten.
- Die Mindestabstände für Straßenfahrzeuge, Baumaschinen und Baugeräte zwischen Außenkante der Aufstandsfläche zur Böschungskante sind wie folgt einzuhalten:

*bis 12 t Gesamtgewicht mindestens 1,0 m*

*12 t bis 40 t Gesamtgewicht mindestens 2,0 m*

### 7.1.2 Baugrubenverbau

- Falls aus Platzgründen keine freien Böschungen möglich sind, ist die Baugrube mit einem Verbau (z.B. einer Trägerbohlwand oder Spundwand) zu sichern. Die einschlägigen Normen und Empfehlungen (z.B. EAB) sowie angrenzende Gebäude-, Verkehrs- oder Baubetriebslasten sind bei der Bemessung der Verbauwände und beim Ansatz der Erddrücke zu berücksichtigen. Die Baugrubenplanung (Böschungen, Verbau) hat bauseits zu erfolgen. Bei Bedarf können die erforderlichen statischen Nachweise für die Baugrubenböschungen und Verbauten durch die Ingenieurbüro Heinloth GmbH erstellt werden.

### 7.1.3 Bauwasserhaltung

- Eine Tageswasserhaltung (offene Wasserhaltung mit Draingräben und Pumpensämpfen) ist nur bei sehr feuchter Witterung erforderlich. Während der Baumaßnahme ist Oberflächenwasser, das in Richtung des Hinterfüllbereichs fließt, abzufangen und seitlich abzuführen.
- Für die Wasserhaltung und Einleitung in Kanäle bzw. in eine Vorflut sind die entsprechenden Erlaubnisse einzuholen.

## 7.2 Wiedereinbau von anfallendem Bodenaushub

Je nach geotechnischer Aufgabenstellung können die beim Aushub anfallenden Böden wiederverwendet werden. Organische, breiige und weiche Böden können grundsätzlich nicht wieder eingebaut werden.

- Die beim Aushub anfallenden nichtbindigen und schwach bindigen Sande sind zum Wiedereinbau geeignet. Bindige und stark bindige Sande sowie Tone/Schluffe sind auszusondern und durch gut verdichtbares Fremdmaterial (Sand-Kiesgemische, Gesteinskörnungen) zu ersetzen.
- Unter befestigten Flächen ist gut verdichtbares Fremdmaterial (Sand-Kiesgemische, Gesteinskörnungen) zu verwenden.
- Die Aushubmieten sind mit einer Baufolie vor Witterungseinflüssen zu schützen.
- Bei Verdichtungs- und Rammarbeiten sind die Geräte und Arbeitsweisen so zu wählen, dass durch auftretende Erschütterungen keine benachbarten Gebäude gefährdet werden. Weiterhin ist bei dynamischen Verdichtungsarbeiten darauf zu achten, dass diese nicht zu einem Kapillarwasseranstieg mit der Folge einer Bodenaufweichung führen.

- Der Bodeneinbau hat lagenweise (max. 30 cm) zu erfolgen und ist auf  $D_{pr} \geq 100 \%$  zu verdichten. Die einzelnen Einbaulagen sind mit geeigneten Verdichtungsgeräten mit mehreren Übergängen zu verdichten. Die ausreichende Verdichtung ist durch Kontrolluntersuchungen (z.B. Sondierungen, Plattendruckversuche etc.) nachzuweisen.

### 7.3 Entsorgung von Bodenaushub

- Eine abfallrechtliche und/oder altlastenspezifische Untersuchung und Bewertung war nicht Gegenstand der Beauftragung. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurden organoleptisch keine Schadstoffauffälligkeiten festgestellt (z.B. stark riechend, deutlich verfärbt etc.). Sollte bei Aushub organoleptisch auffälliges Material auftreten, so ist das auffällige Material getrennt zu lagern, abzudecken, zu beproben und zu analysieren. Eine Vermischung von organoleptisch auffälligem Material mit unauffälligem natürlich anstehendem Boden ist zu vermeiden.
- Für die Entsorgung/Wiederverwertung sind Haufwerke anzulegen und entsprechend der geplanten Entsorgung/Wiederverwertung zu analysieren (z.B. nach EPP, LAGA, DepV). Für die Analytik sind mindestens 6 Werkzeuge einzuplanen.
- Auch bei natürlich anstehenden, unauffälligen Böden können aufgrund von geogenen Hintergrundbelastungen Überschreitungen der Bewertungsgrenzwerte (z.B. LAGA, Eckpunktepapier etc.) entstehen, was zu einem erhöhten Aufwand (Zusatzkosten) für eine Entsorgung führen kann.
- **Hinweis:** Bei den Bohrarbeiten wurden Bodenproben entnommen und im Probenlager zurückgestellt. Die zurückgestellten Bodenproben werden 4 Wochen nach Gutachtenerstellung entsorgt.

### 7.4 Böschungssicherung

Angaben zu Geländesprüngen/Böschungen lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung nicht vor.

Grundsätzlich sind beim Anlegen von dauerhaften Böschungen folgende Hinweise zu beachten:

- Aufgrund der Hanglage und der unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeiten der anstehenden Böden kann es zur Ausbildung von Schichtwasserhorizonten kommen. Am Fuß der Böschung sind Entwässerungsmaßnahmen durchzuführen, um evtl. anfallendes Schicht- und Oberflächenwasser abführen zu können. Der Böschungskopf ist so zu profilieren, dass das Oberflächenwasser nicht in den Einschnitt läuft.

- Die Böschungen sind unter einem Böschungswinkel von  $\leq 1:1,5$  anzulegen und durch ingenieurbio-logische Maßnahmen zu sichern.
- Werden steilere Böschungen angelegt, sind die max. zulässigen Böschungswinkel durch eine Böschungsbruchberechnung zu ermitteln. Die Sicherheit gegen Böschungsbruch nach DIN 4084 ist generell rechnerisch nachzuweisen, wenn die Böschungshöhe 5,0 m übersteigt.
- Wird eine Stützmauer (Gabionen, Schwergewichtsmauer etc.) ausgeführt, ist am Fuß der Böschung/Übergang Stützmauer ein Freibord anzuordnen, um Schicht- und Oberflächenwasser abführen zu können. Die Stützmauer ist zu drainieren und rechnerisch nachzuweisen.

## 7.5 Versickerung von Niederschlagswasser

- Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ kommen für eine Versickerung von Niederschlagswasser vor allem Lockerböden in Frage, deren Wasserdurchlässigkeitsbeiwert in einem  $k$  - Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s liegt. Im Wesentlichen sind dies Kiese, Sande sowie stark eingeschränkt sandige Schluffe.
- Zum mittleren höchsten Grundwasserstand (MHGW) ist ein Abstand von mindestens 1,0 m einzuhalten, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.
- Die im versickerungsrelevanten Bereich überwiegend anstehenden Sande weisen erfahrungsgemäß einen  $k$ -Wert in der Größenordnung von  $k = 1 \times 10^{-4}$  bis  $\leq 1 \times 10^{-6}$  m/s auf und sind nach DIN 18130 vorwiegend als durchlässig, untergeordnet als schwach durchlässig zu klassifizieren. Eine oberflächennahe Versickerung (z.B. Oberflächen- oder Rigolenversickerung) ist demnach möglich. Gegebenenfalls müssen in Höhe Sohle der Versickerungsanlage anstehende bindige Böden durchstoßen bzw. durch gut durchlässiges Material ausgetauscht werden. Es empfiehlt sich hierzu eine Abnahme durch den Baugrundgutachter.
- Sollte eine planmäßige Versickerung von Niederschlagswasser angestrebt werden, so muss der genaue Wasserdurchlässigkeitsbeiwert im unmittelbaren Bereich der geplanten Versickerungsanlagen durch Feldversuche (Infiltrometerversuch) bestimmt werden.
- Die Angaben im o.g. Arbeitsblatt, insbesondere die Mindestabstände zu Gebäuden (oder wasserdurchlässigen Lichtschächten etc.) sind zu beachten. Versickerungseinrichtungen sind so anzuordnen und auszuführen, dass das versickernde Wasser keine zusätzliche Einwirkung auf Bauwerksabdichtungen ausübt. Die

Sohle der Versickerungsanlage sollte vom Sachverständigen für Geotechnik abgenommen und freigegeben werden.

## 7.6 Hinweise

- Im Einflussbereich der Baumaßnahme vorhandene Gebäude und Anlagen (Straßen, Leitungen etc.) sollten vor Beginn der Arbeiten beweisgesichert werden.
- Hinweise auf (historische) bergbauliche Aktivitäten liegen uns nicht vor. Es ist nicht bekannt, ob sich das Baugrundstück in einem Bergsenkungs- oder Erdfallgebiet befindet. Weitere Angaben und ggf. vorhandene Auflagen und Beschränkungen sind bauseits bei den zuständigen Behörden abzufragen und zu beachten.
- Beim Aushub **müssen** die Baugrundverhältnisse überprüft und vom Sachverständigen für Geotechnik abgenommen werden.
- Aufgrund der hohen Geländeauffüllungen sind baubegleitend umfangreiche geotechnische Kontrollprüfungen notwendig. Die ausreichende Verdichtung der Tragschicht der Fundamentplatten bzw. der Geländeauffüllungen unterhalb der Fundamente sowie der Frostschutzschicht/Tragschicht für den Bau der Verkehrsflächen muss durch statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und Sondierungen mit der schweren Rammsonde nachgewiesen bzw. kontrolliert werden.

## 8 Schlussbemerkung

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung übergebenen Planungsstand. Nachträgliche Änderungen sind mit dem Verfasser abzustimmen.

Der Baugrund lässt sich aufgrund mehr oder weniger engständig wechselnder Zusammensetzung, Inhaltsstoffe und Eigenschaften nur lückenhaft erkunden und beschreibend erfassen. Die mit dem Geotechnischen Bericht gewonnenen Aufschlüsse lassen stichprobenartig zuverlässige Bewertungen, jedoch für zwischenliegende Bereiche nur wahrscheinliche Aussagen zu.

Werden Abweichungen von den beschriebenen Untergrund- und Grundwasserverhältnissen festgestellt, bitten wir um umgehende Benachrichtigung.

Für Rückfragen, Abnahmen, Bodenklassifizierungen oder die Durchführung bodenmechanischer Kontrollversuche stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.



**Marina Meixner**

Bachelor of Engineering  
Beratende Ingenieurin



**Martin Heinloth**

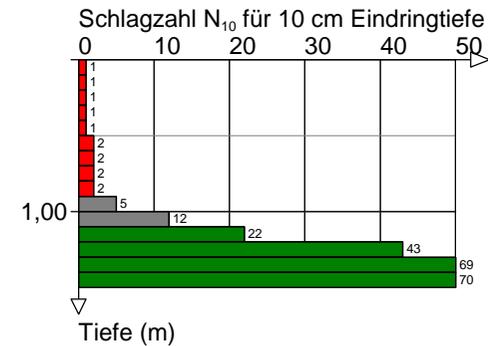
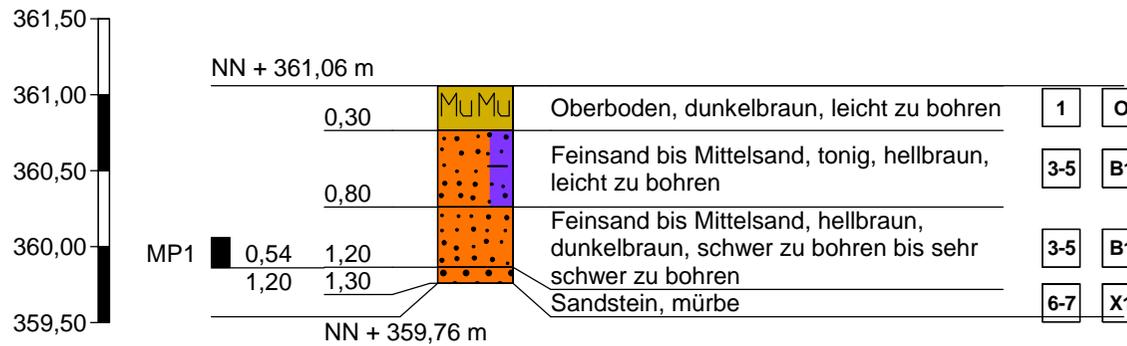
Diplom-Ingenieur (FH)  
Sachverständiger für Geotechnik  
Beratender Ingenieur  
Beratender Geowissenschaftler BDG





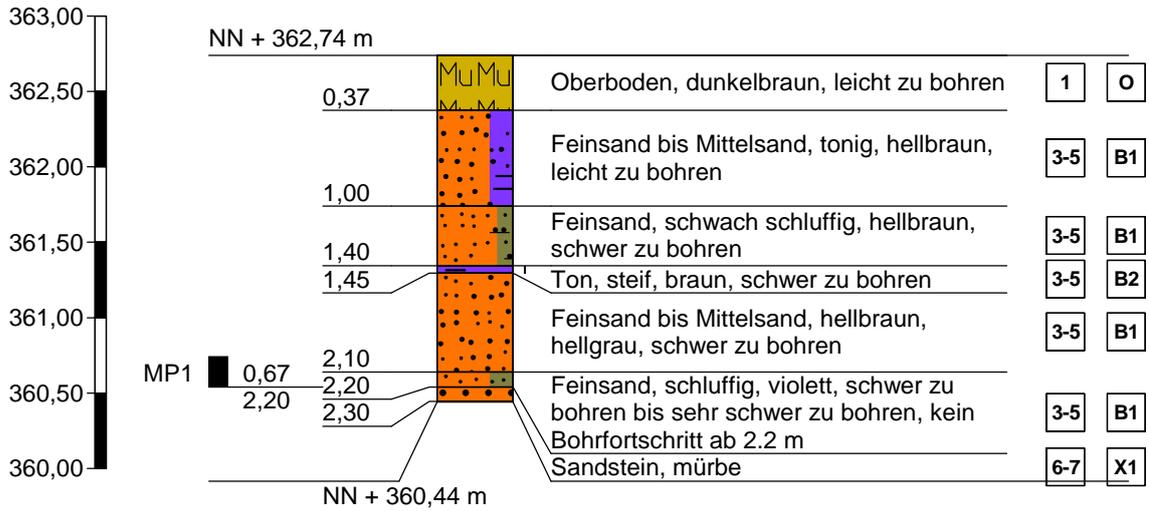


BS1/DPH1



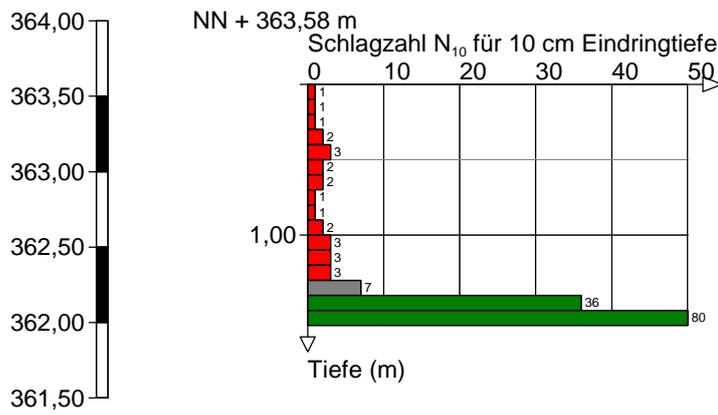
Höhenmaßstab 1:50

BS2

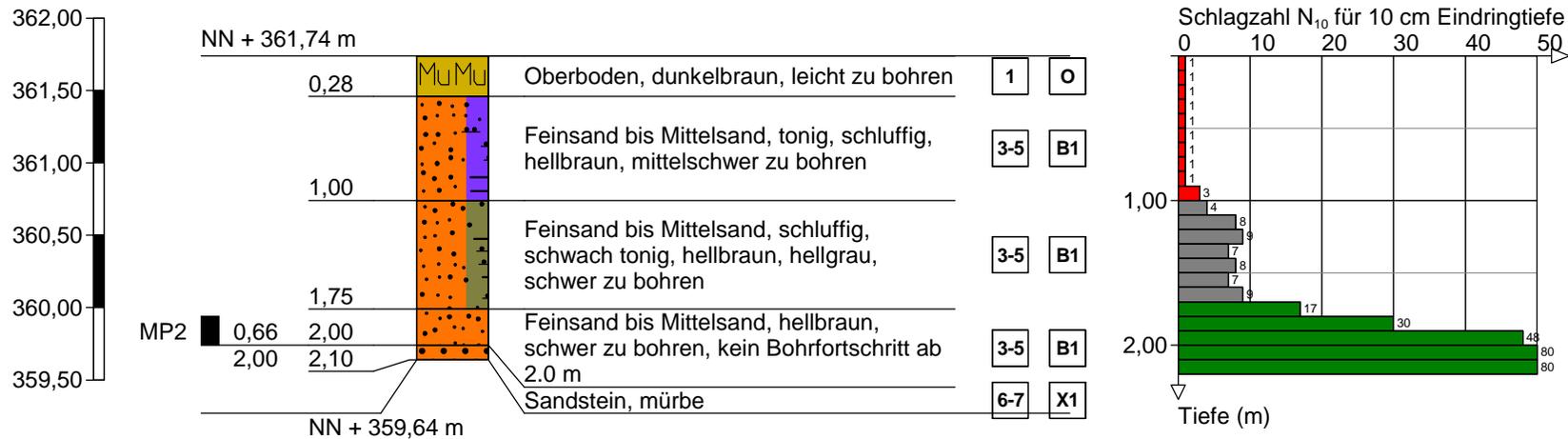


Höhenmaßstab 1:50

DPH2

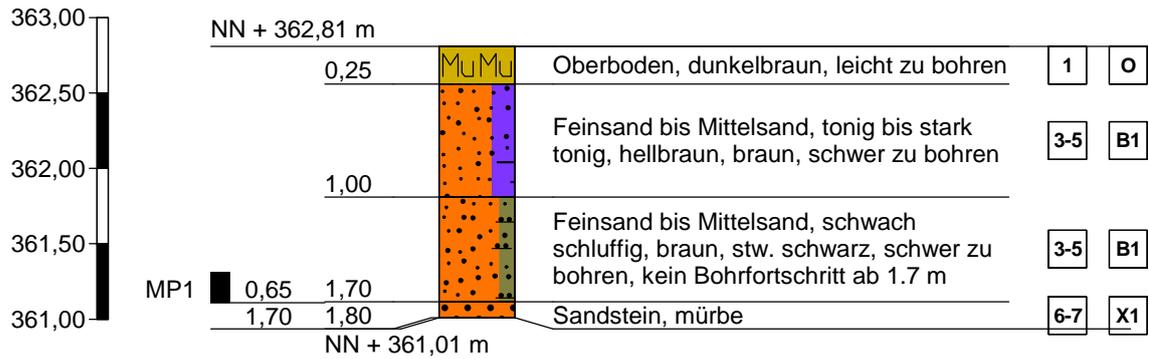


BS3/DPH3



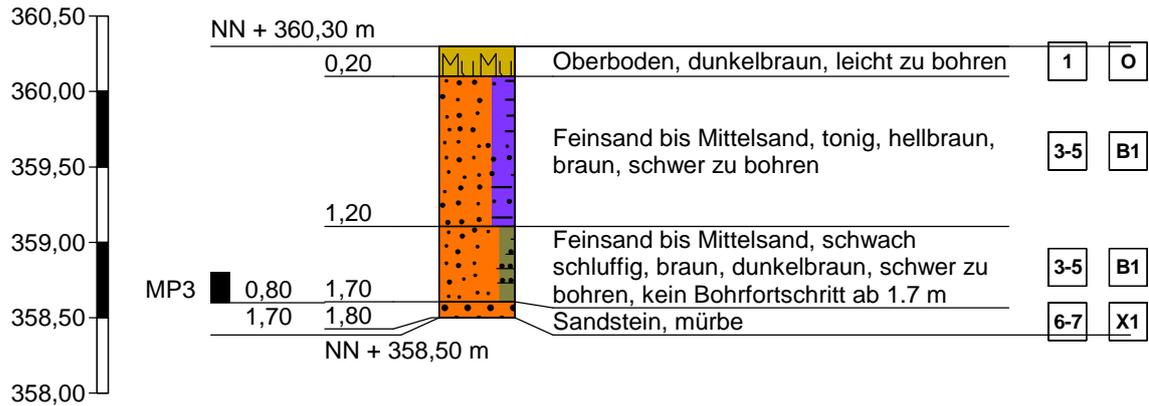
Höhenmaßstab 1:50

BS4



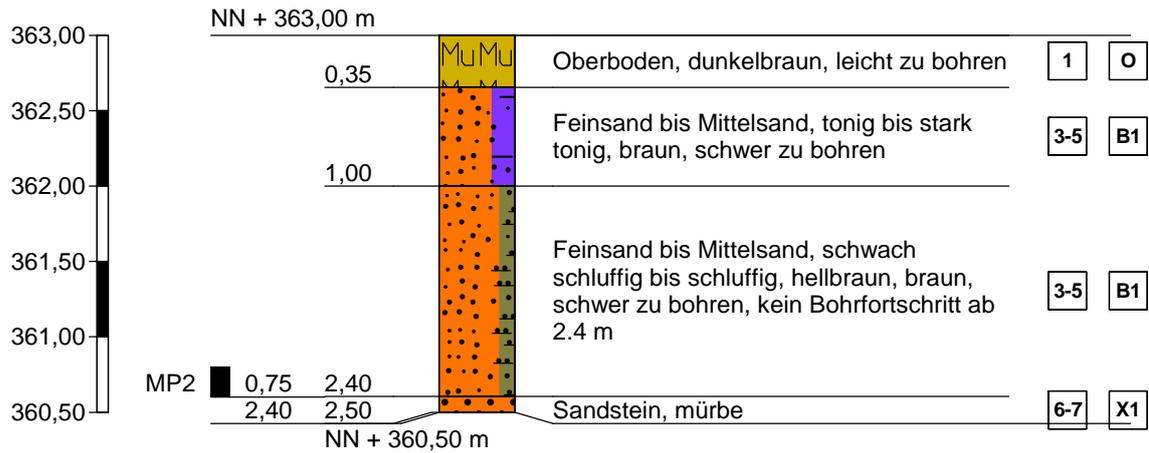
Höhenmaßstab 1:50

BS5



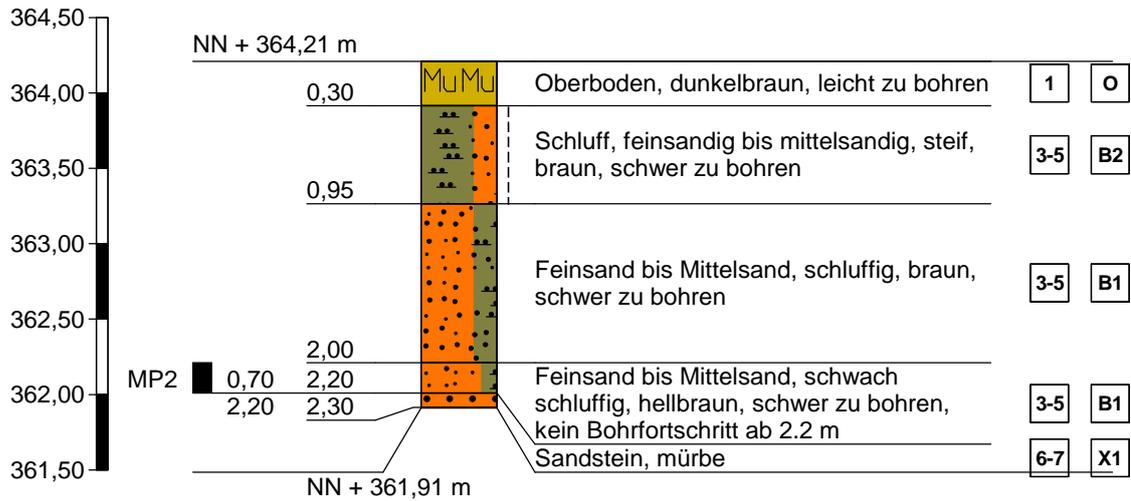
Höhenmaßstab 1:50

BS6



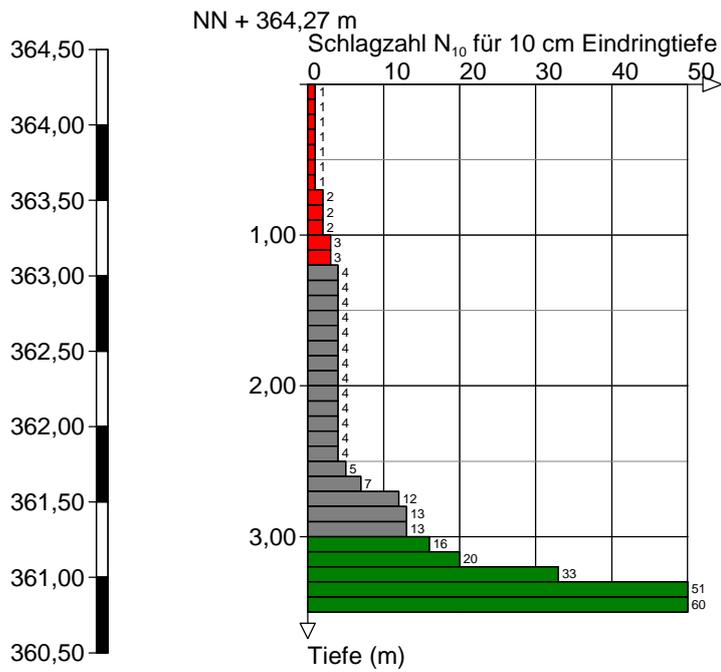
Höhenmaßstab 1:50

BS7



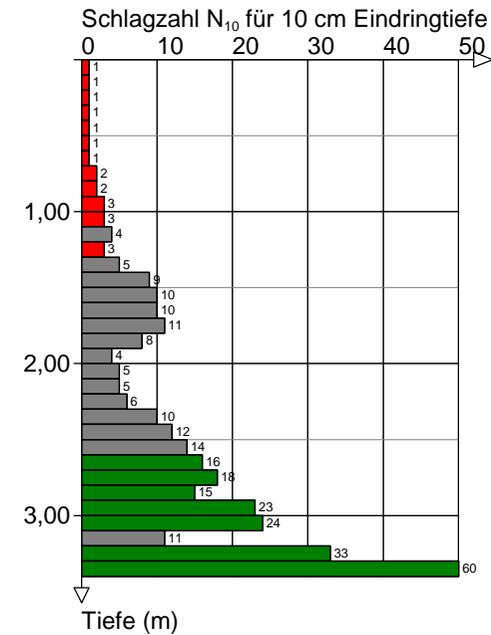
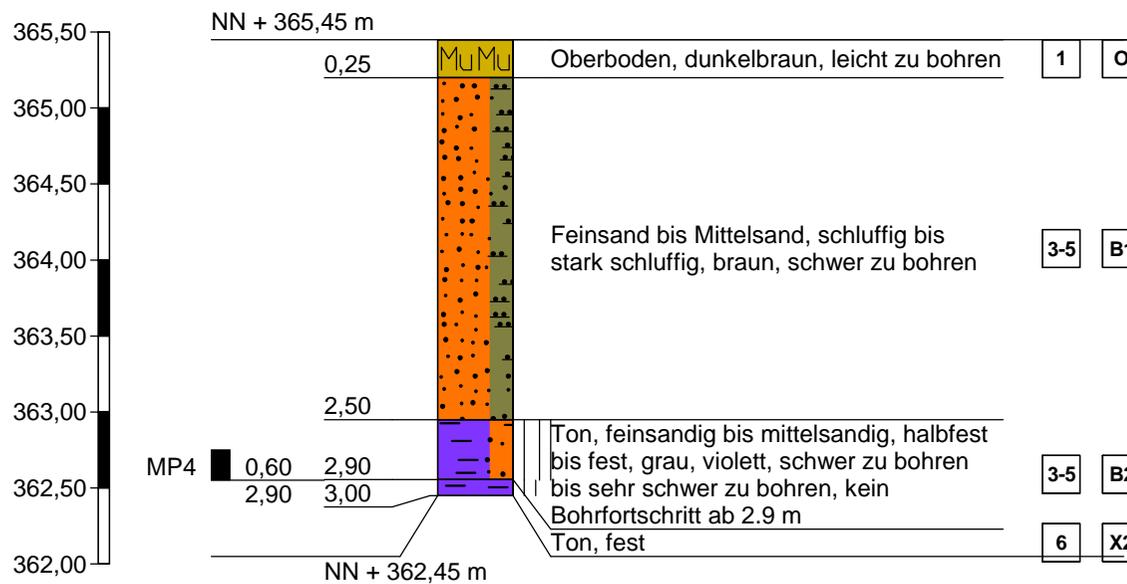
Höhenmaßstab 1:50

DPH4



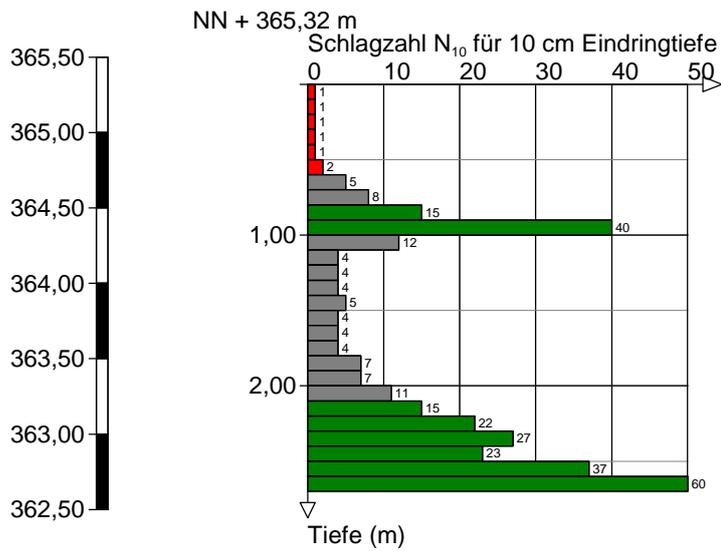
Höhenmaßstab 1:50

BS8/DPH5



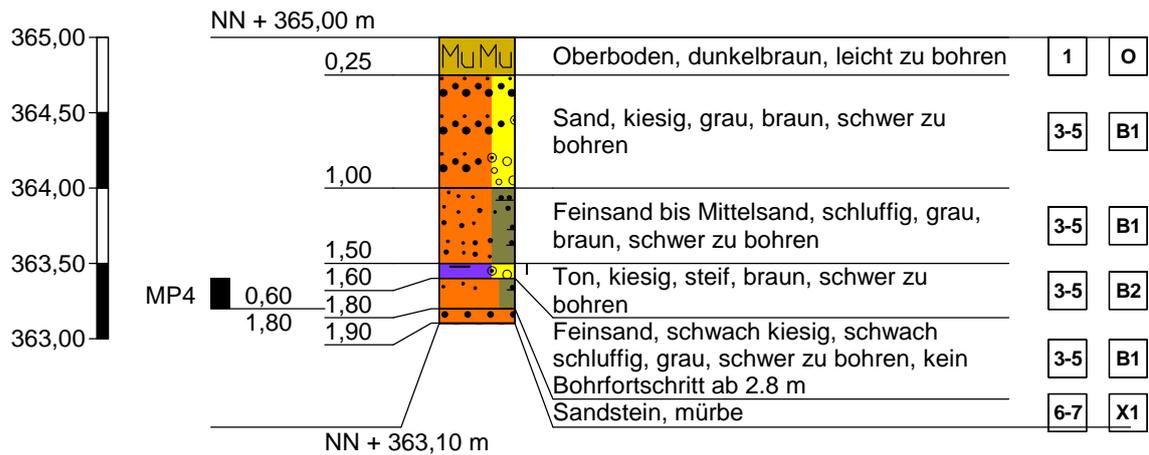
Höhenmaßstab 1:50

DPH6



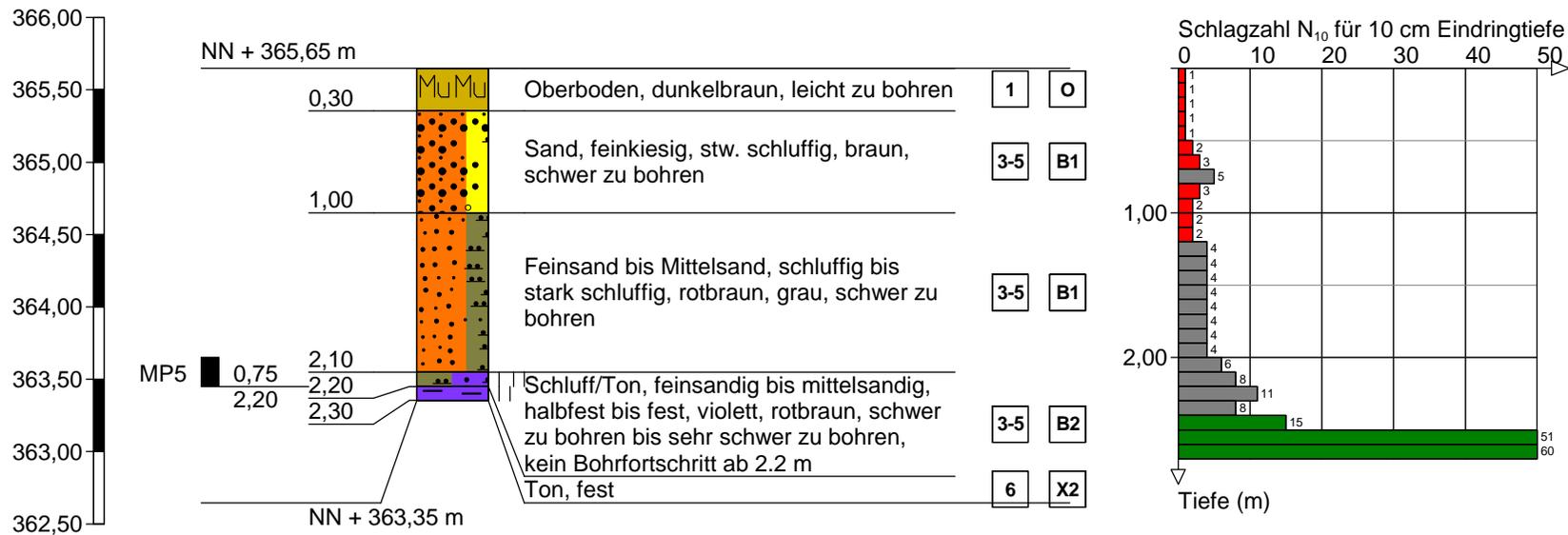
Höhenmaßstab 1:50

BS9



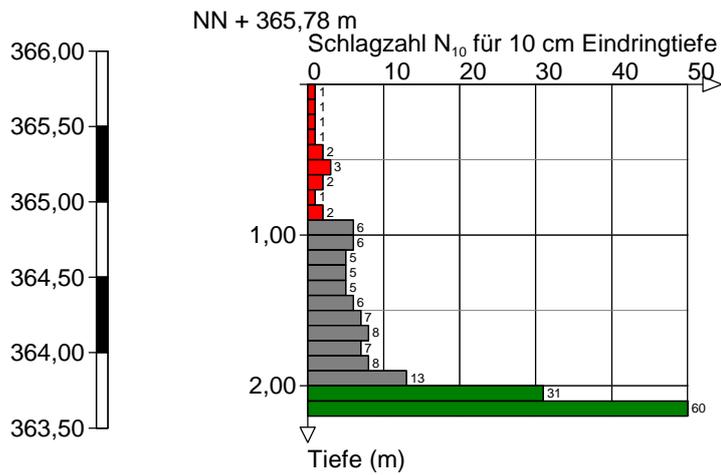
Höhenmaßstab 1:50

BS10/DPH7



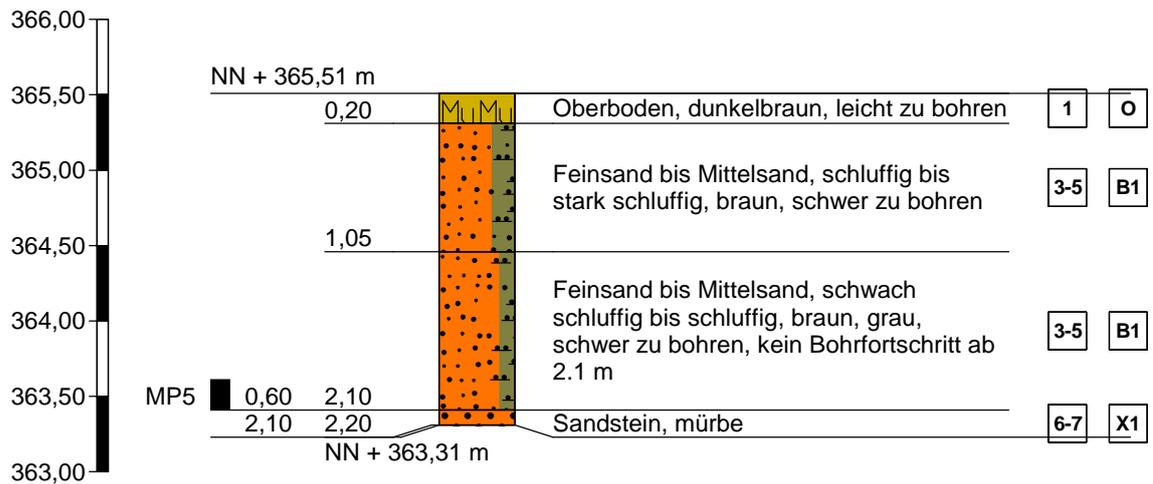
Höhenmaßstab 1:50

DPH8



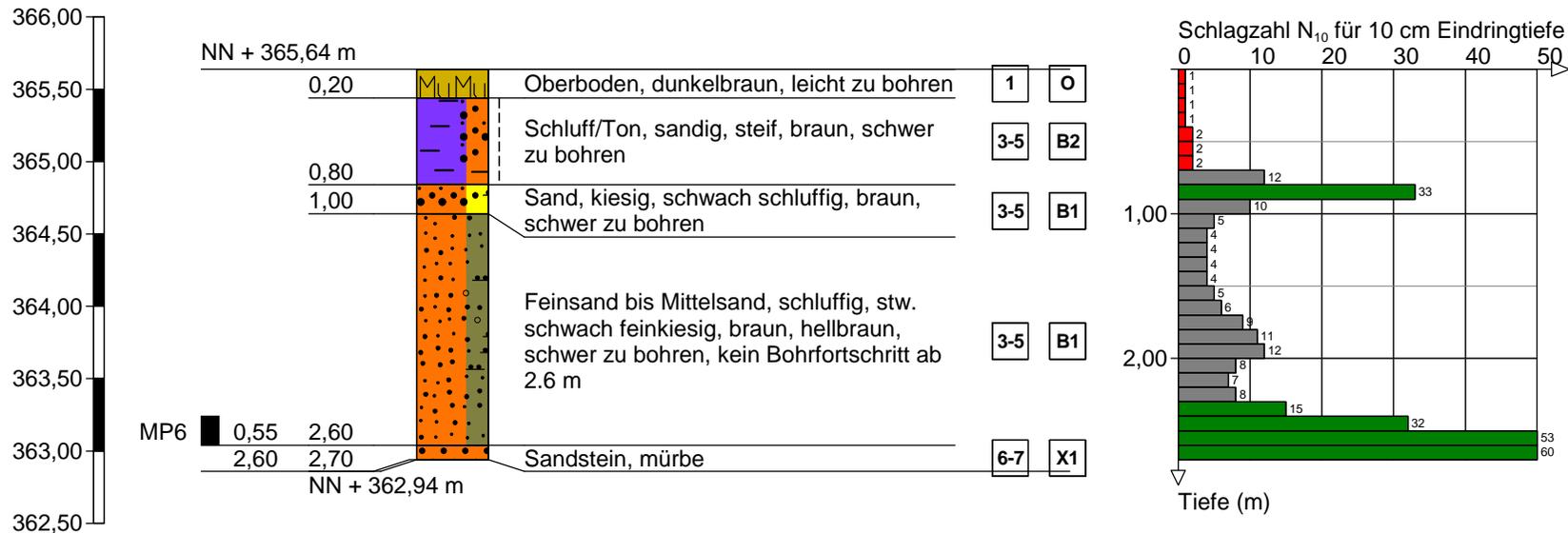
Höhenmaßstab 1:50

BS11



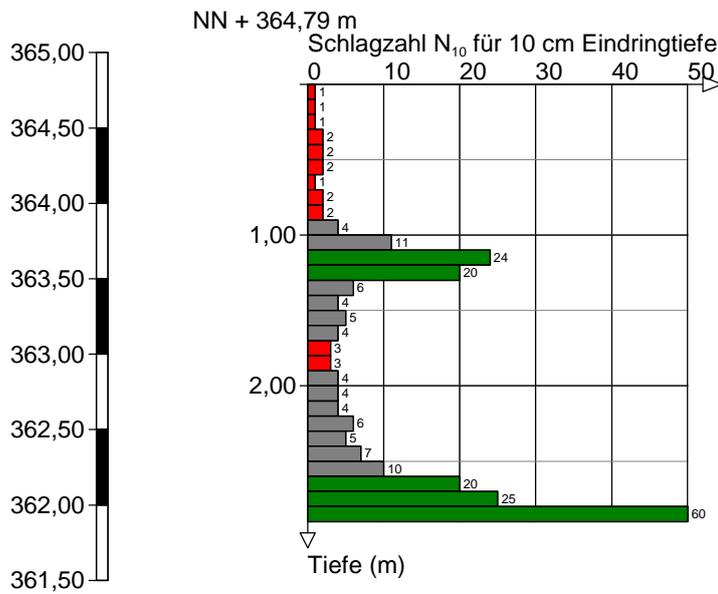
Höhenmaßstab 1:50

BS12/DPH9



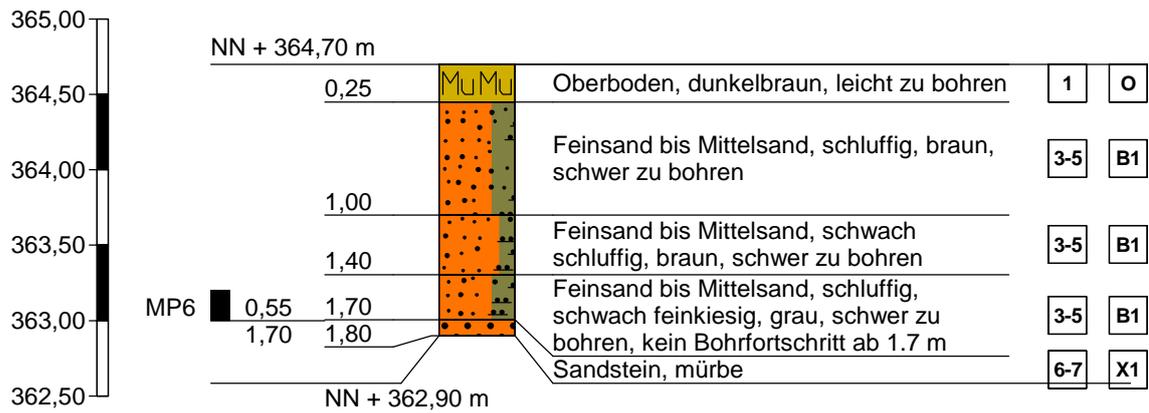
Höhenmaßstab 1:50

DPH10



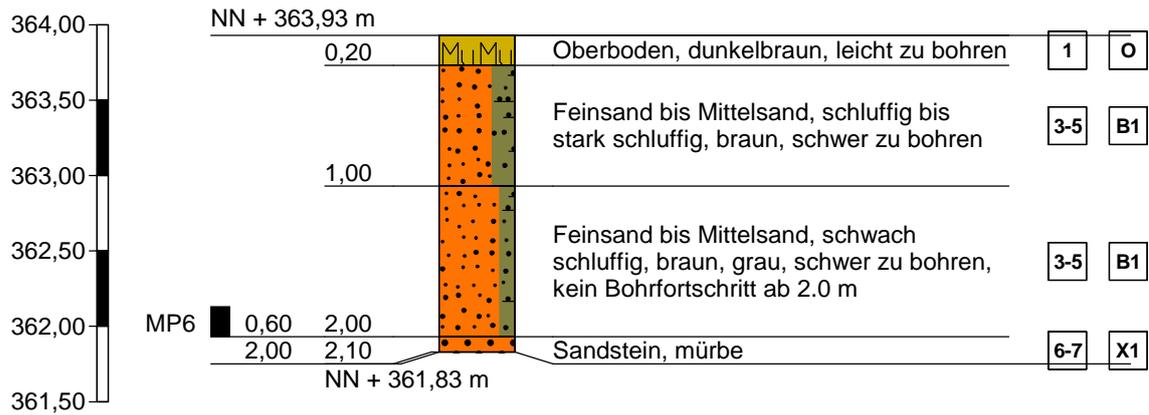
Höhenmaßstab 1:50

BS13



Höhenmaßstab 1:50

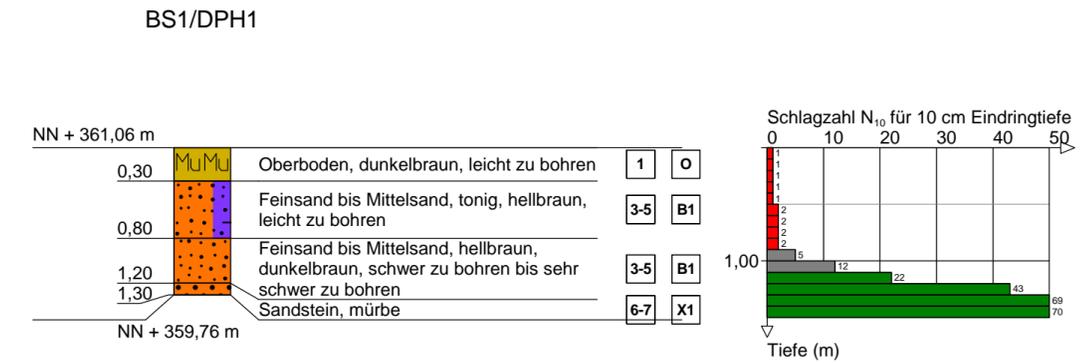
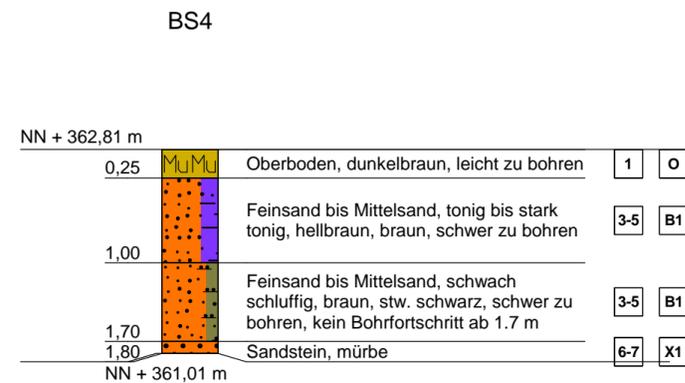
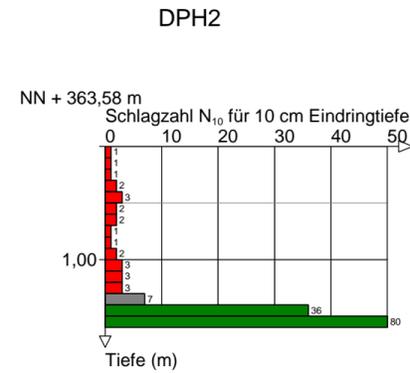
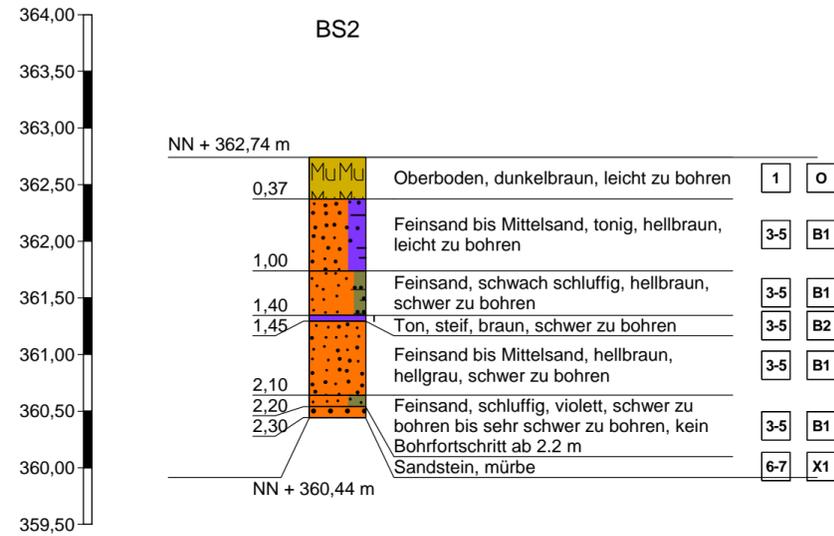
BS14



Höhenmaßstab 1:50

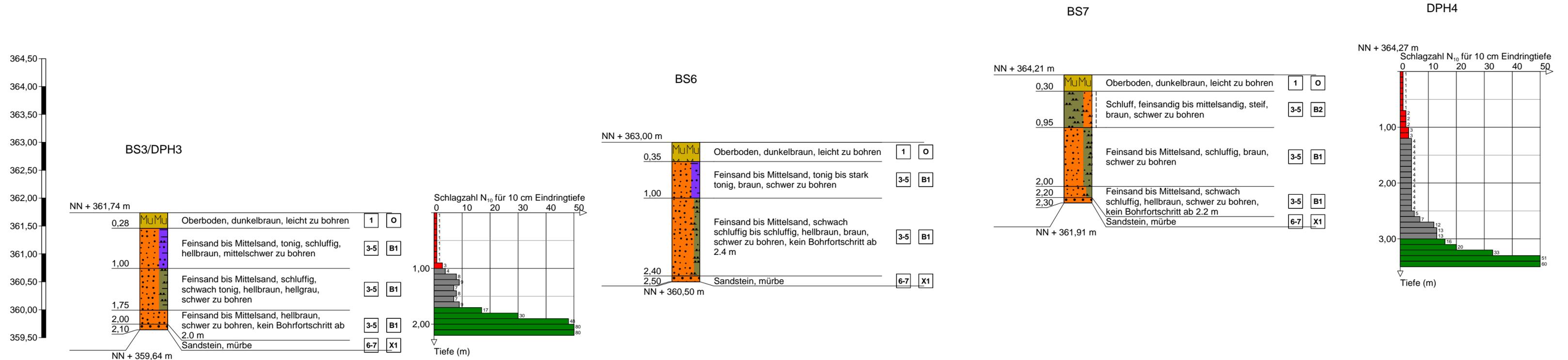
**Schüttgut- und  
Recyclinghalle**

OK FFB Halle bei Baukote ±0,00 m (~ 366,0 mNN)

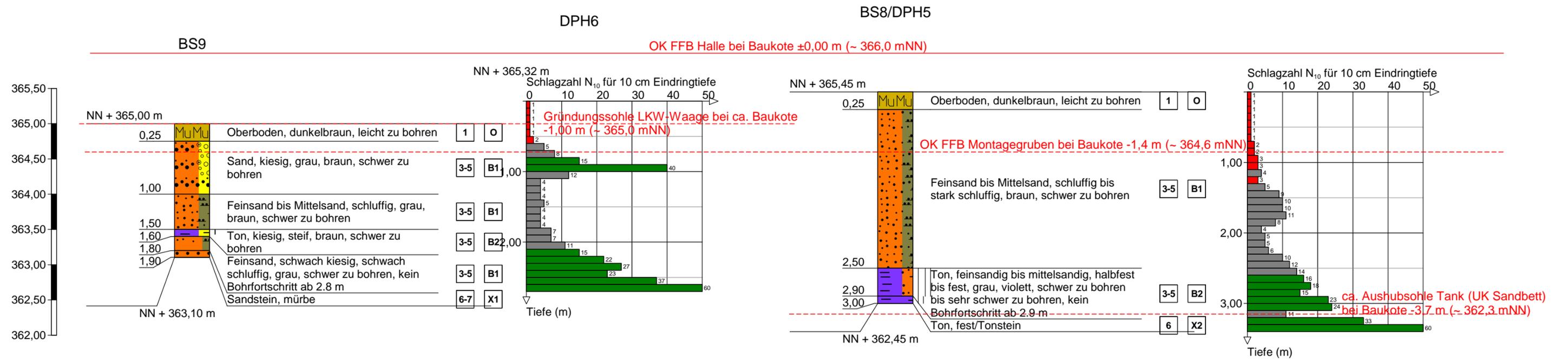


**LKW-Halle**

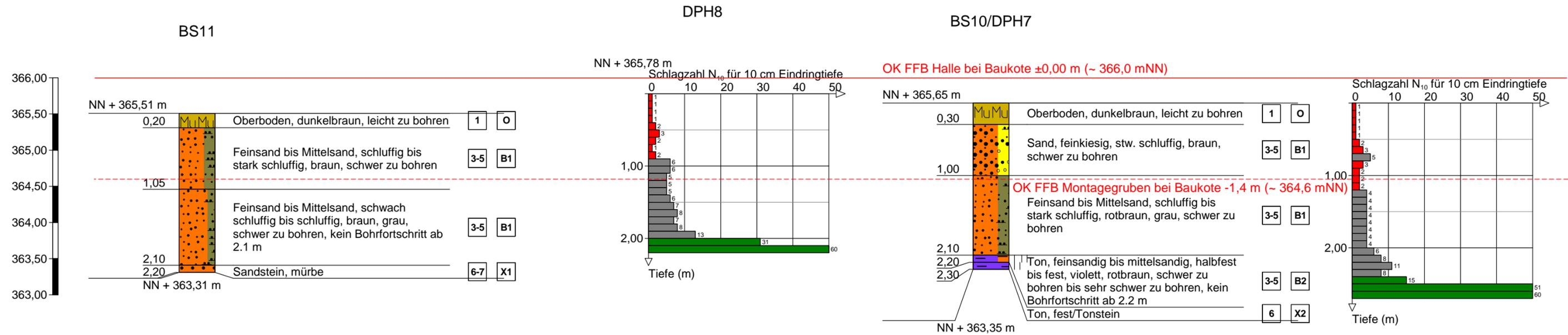
OK FFB Halle bei Baukote ±0,00 m (~ 366,0 mNN)



**LKW-Werkstatt mit Büro, Tankstelle und LKW-Waage**



**Prüfhalle**

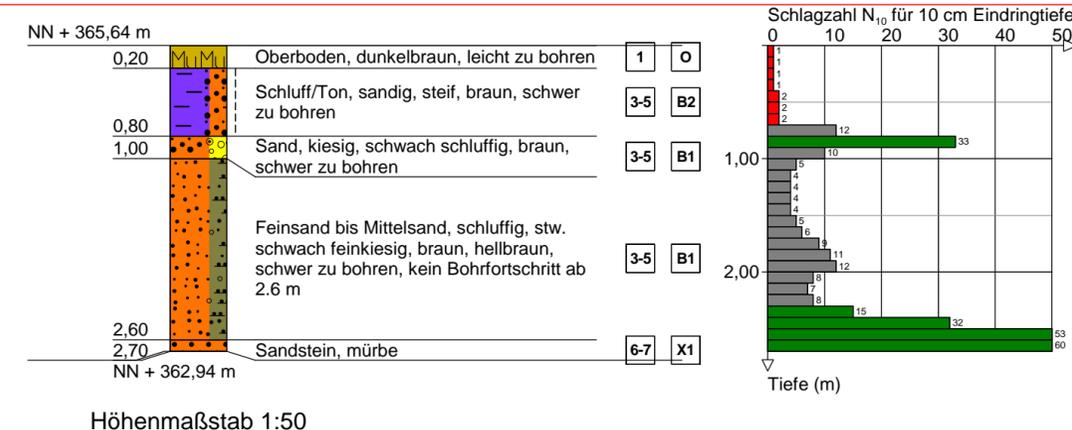
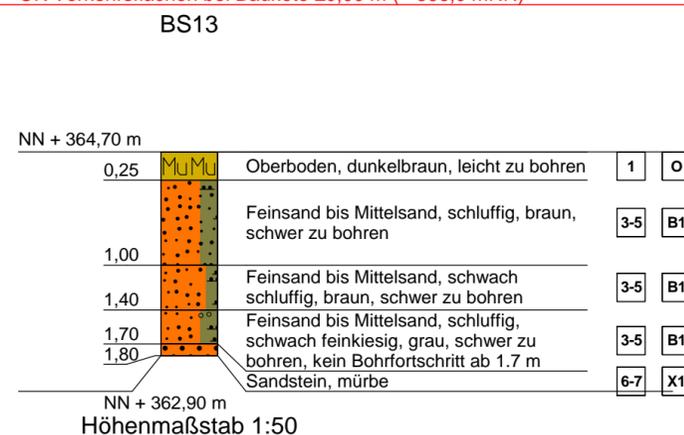
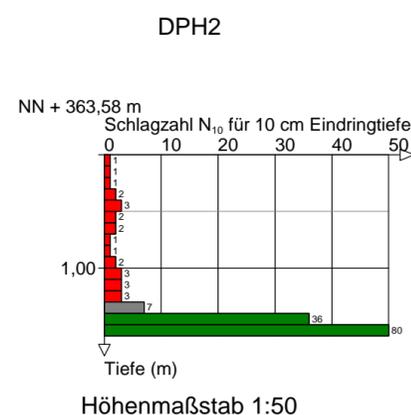
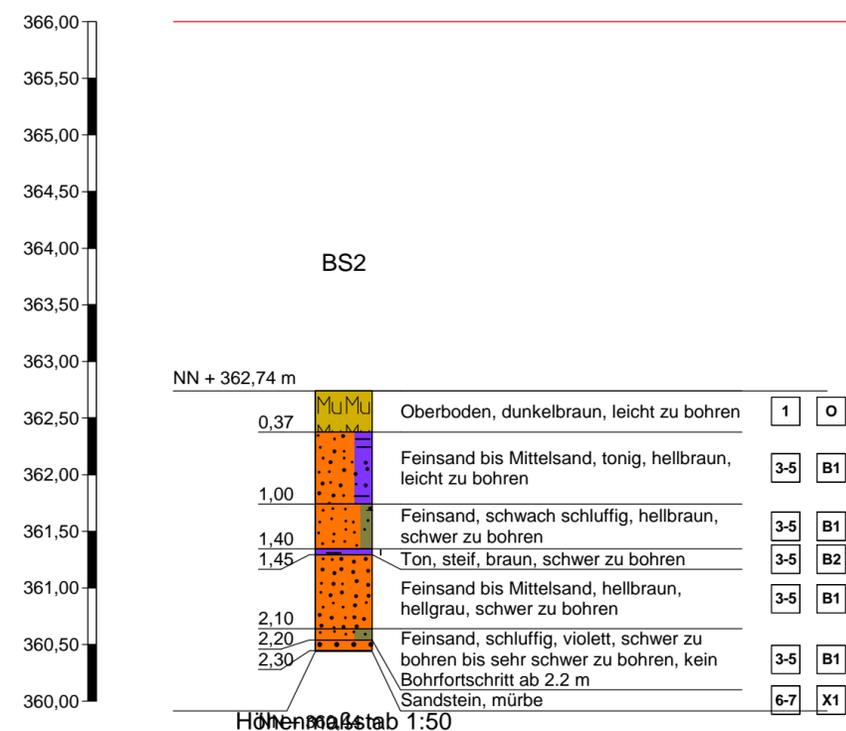




**Verkehrsflächen**

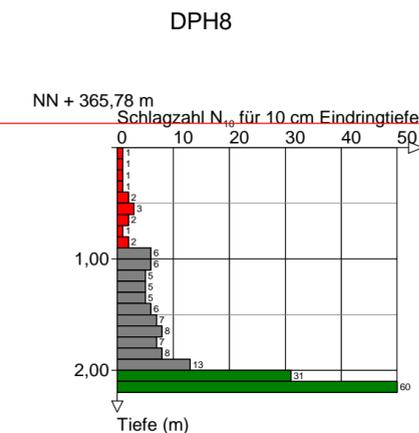
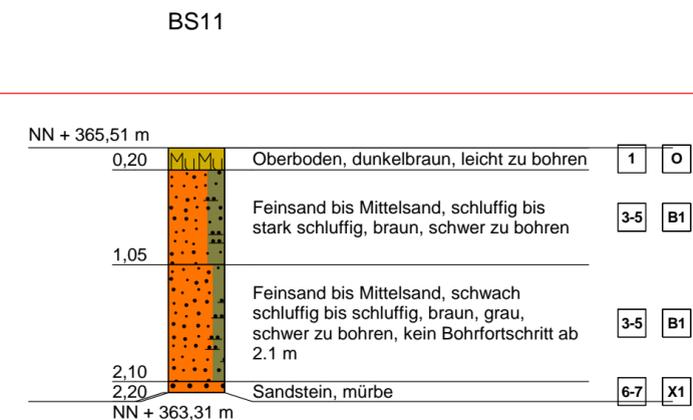
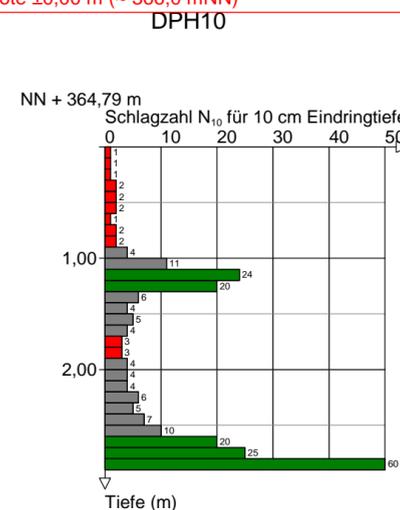
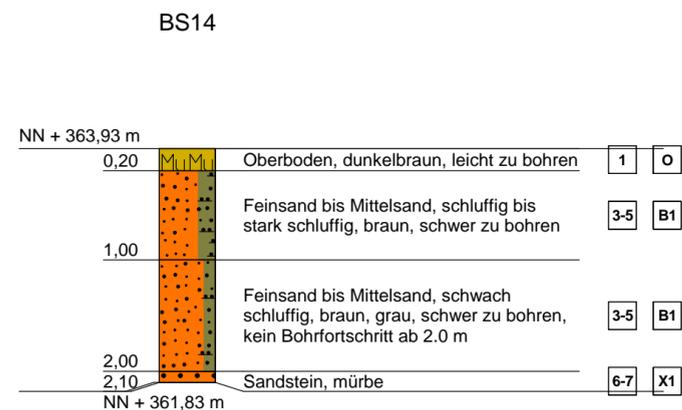
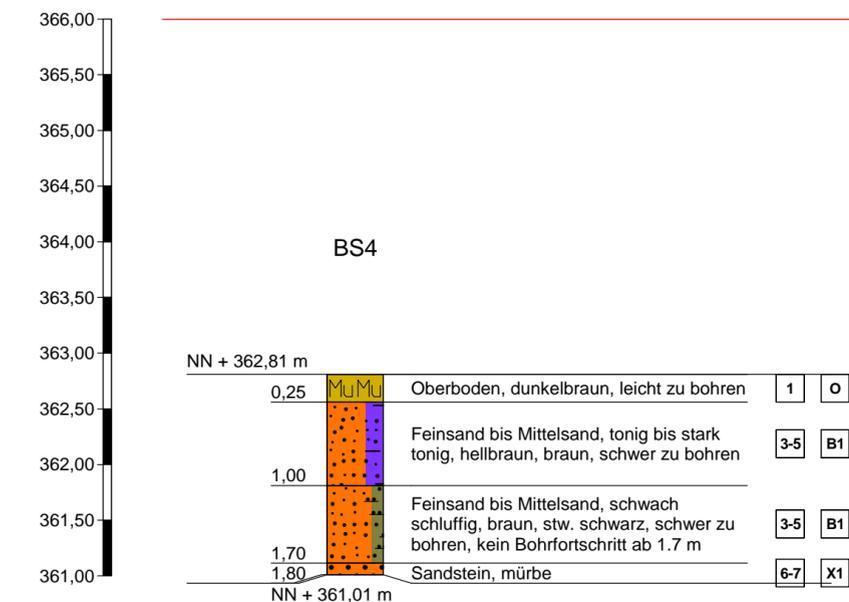
BS12/DPH9

OK Verkehrsflächen bei Baukote ±0,00 m (~ 366,0 mNN)

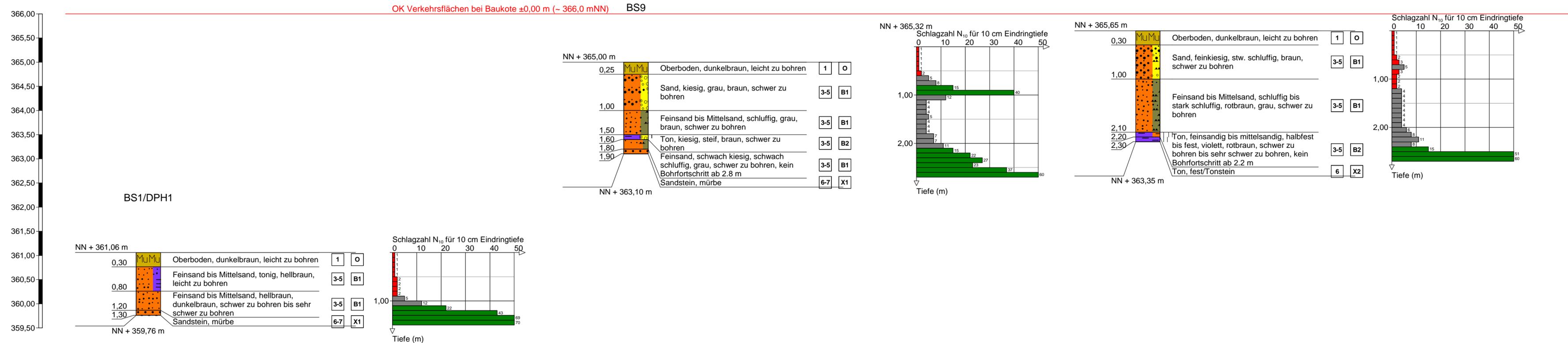


**Verkehrsflächen**

OK Verkehrsflächen bei Baukote ±0,00 m (~ 366,0 mNN)

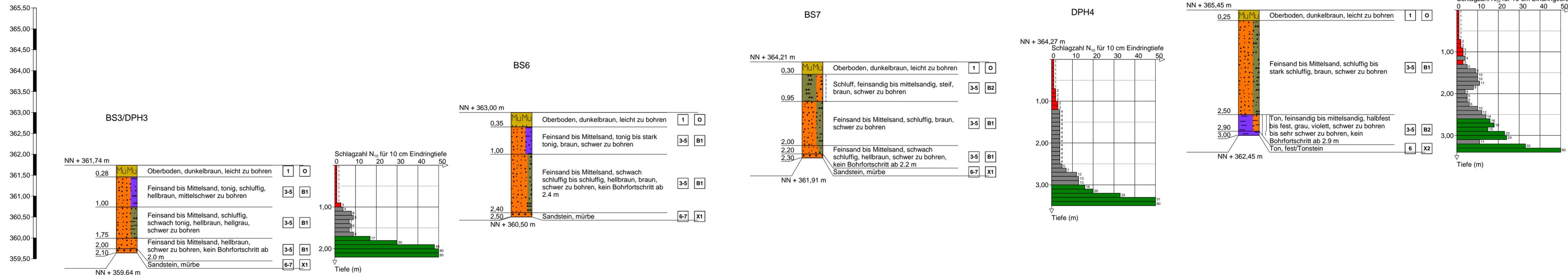


**Verkehrsflächen**



**Verkehrsflächen**

OK Verkehrsflächen bei Baukote ±0,00 m (~ 366,0 mNN)



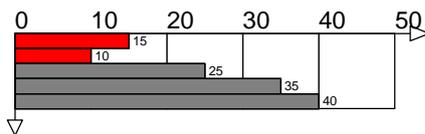
Boden- und Felsarten

 Mutterboden, Mu	 Feinkies, fG, feinkiesig, fg
 Kies, G, kiesig, g	 Mittelsand, mS, mittelsandig, ms
 Feinsand, fS, feinsandig, fs	 Sand, S, sandig, s
 Sandstein, Sst	 Schluff, U, schluffig, u
 Ton, T, tonig, t	

Korngrößenbereich f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile ' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Farben

	locker
	mitteldicht
	dicht

Homogenbereiche nach DIN 18300

- O Homogenbereich Oberboden
- B1 Homogenbereich Boden 1 (Sand)
- X1 Homogenbereich Fels 1 (Sandstein)
- X2 Homogenbereich Fels 2 (Ton, fest/Tonstein)

Bodenklasse nach DIN 18300 (veraltet)

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1 Oberboden (Mutterboden)   | <input type="checkbox"/> 2 Fließende Bodenarten                              |
| <input type="checkbox"/> 3 Leicht lösbare Bodenarten | <input type="checkbox"/> 4 Mittelschwer lösbare Bodenarten                   |
| <input type="checkbox"/> 5 Schwer lösbare Bodenarten | <input type="checkbox"/> 6 Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten |
| <input type="checkbox"/> 7 Schwer lösbarer Fels      |  |

Konsistenz

 breiig     weich     steif     halbfest     fest

Proben

A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

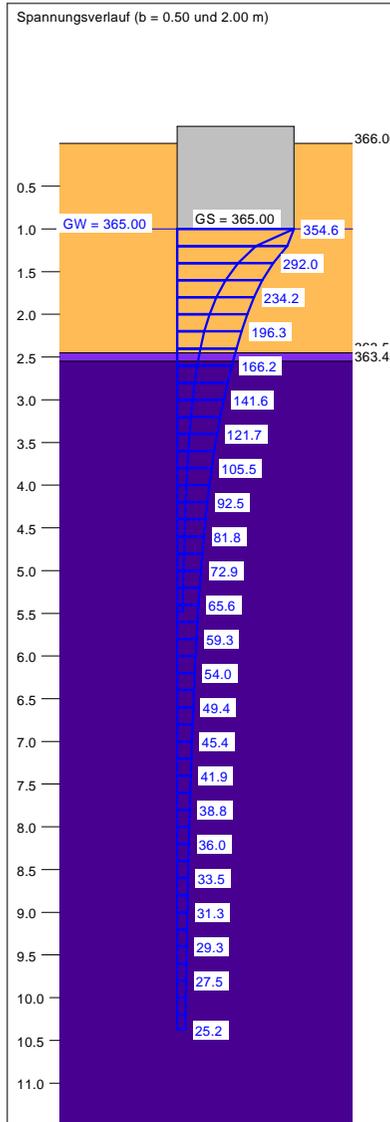
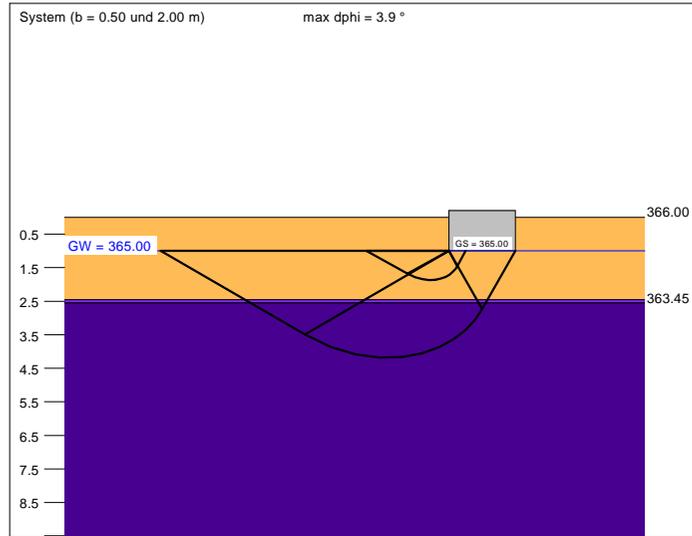
C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/10.0	27.5	11.0	0.00	15.0	Ton, halbfest bis fest
	21.5/11.5	28.8	13.5	0.00	22.5	Ton, fest/Tonstein

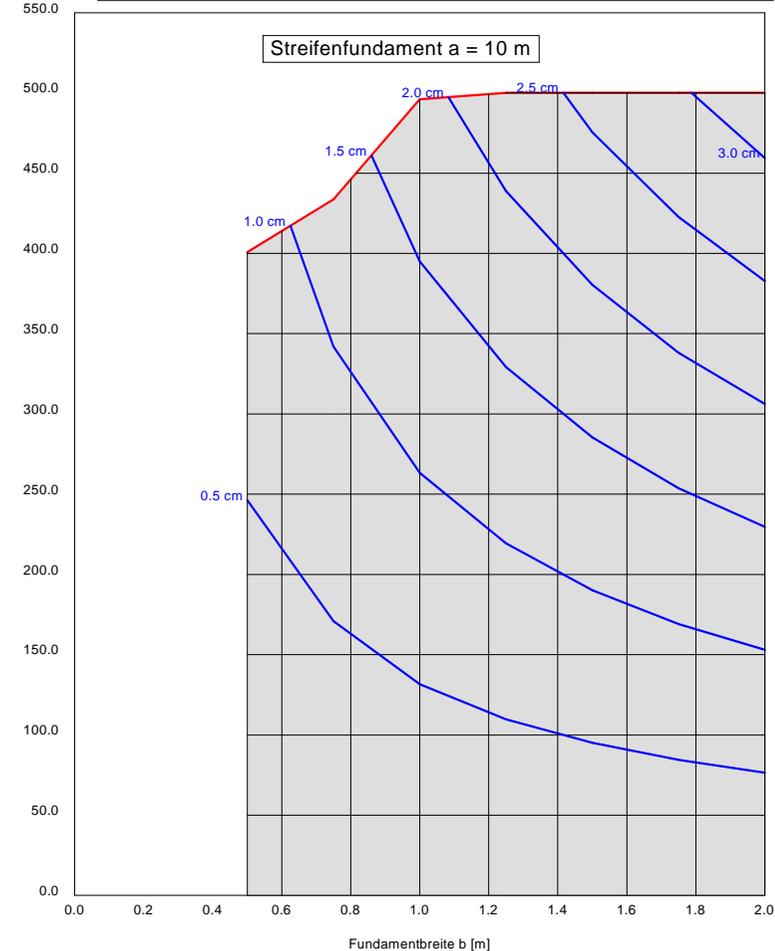


GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$

$\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 365.00 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.1 Prüfhalle SF.gdg  
 Datum: 25.05.2023  
 Uhrzeit: 10:08:05

— Sohldruck  
 — Setzungen

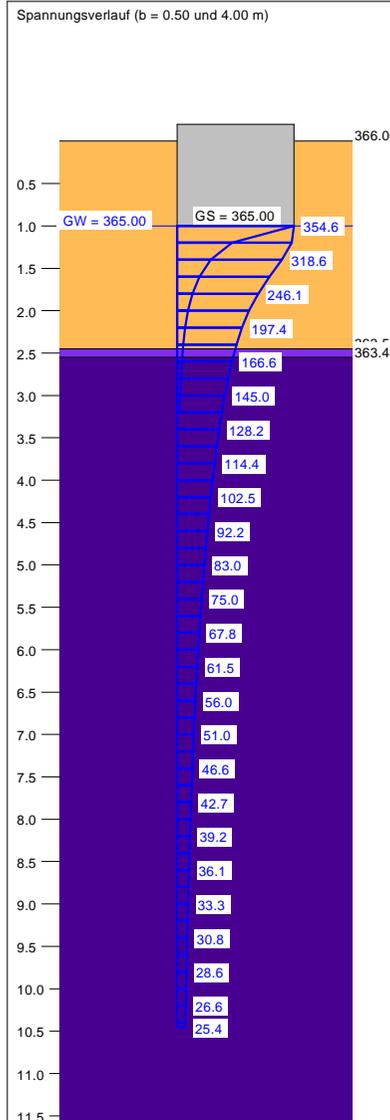
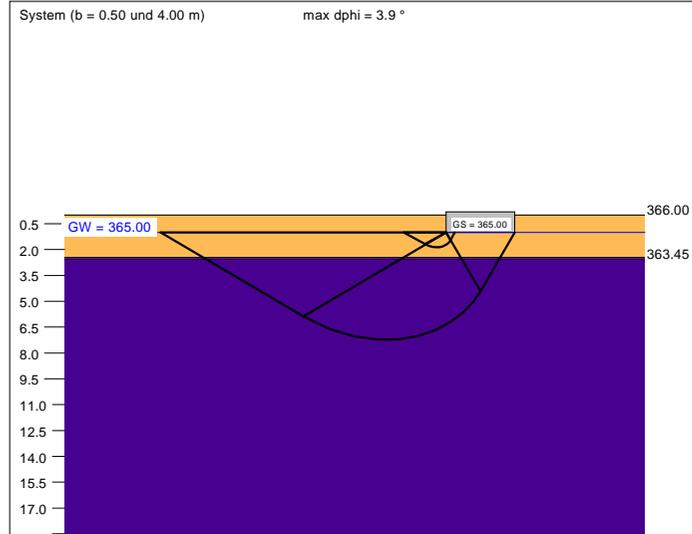
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	400.8	200.4	284.2	0.81	32.5	0.00	11.00	19.00	5.48	1.87
10.00	0.75	433.6	325.2	307.5	1.27	32.5	0.00	11.00	19.00	6.66	2.30
10.00	1.00	496.0	496.0	351.8	1.88	31.4	3.70	10.98	19.00	7.89	2.66
10.00	1.25	500.0	625.0	354.6	2.28	30.8	5.88	11.02	19.00	8.65	3.04
10.00	1.50	500.0	750.0	354.6	2.63	30.5	7.13	11.07	19.00	9.28	3.42
10.00	1.75	500.0	875.0	354.6	2.96	30.3	8.01	11.11	19.00	9.85	3.80
10.00	2.00	500.0	1000.0	354.6	3.27	30.1	8.66	11.15	19.00	10.37	4.18



$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

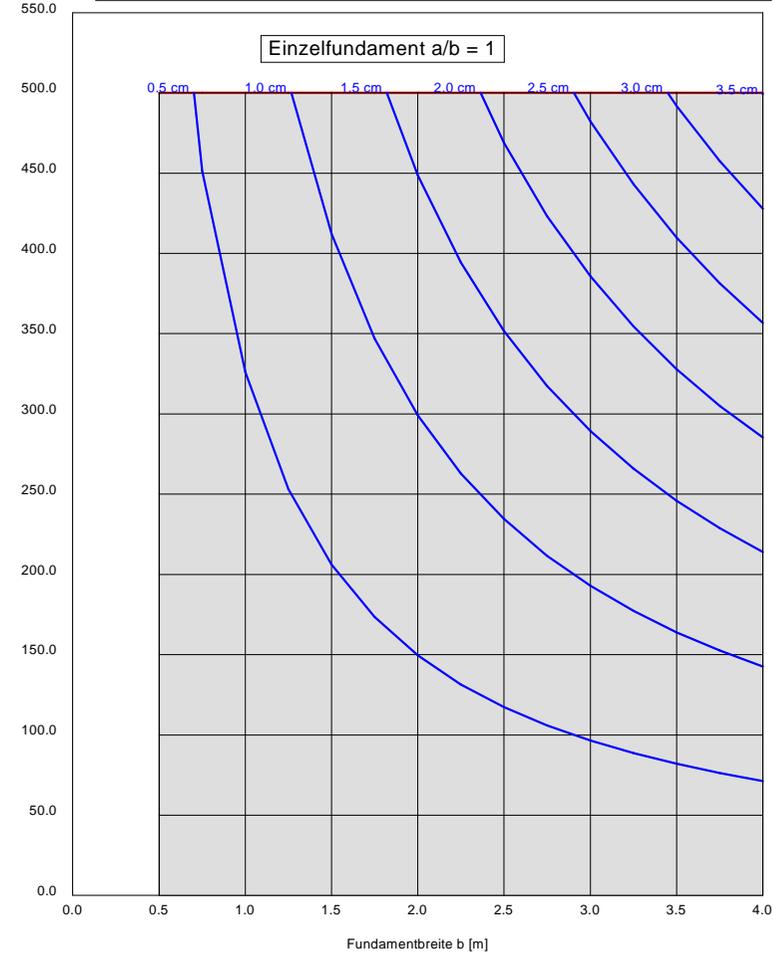
BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/10.0	27.5	11.0	0.00	15.0	Ton, halbfest bis fest
	21.5/11.5	28.8	13.5	0.00	22.5	Ton, fest/Tonstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  
 Norm: EC 7  
 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 = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 365.00 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.2 Prüfhalle EF.gdg  
 Datum: 25.05.2023  
 Uhrzeit: 10:10:36  
 — Sohlbruck  
 — Setzungen

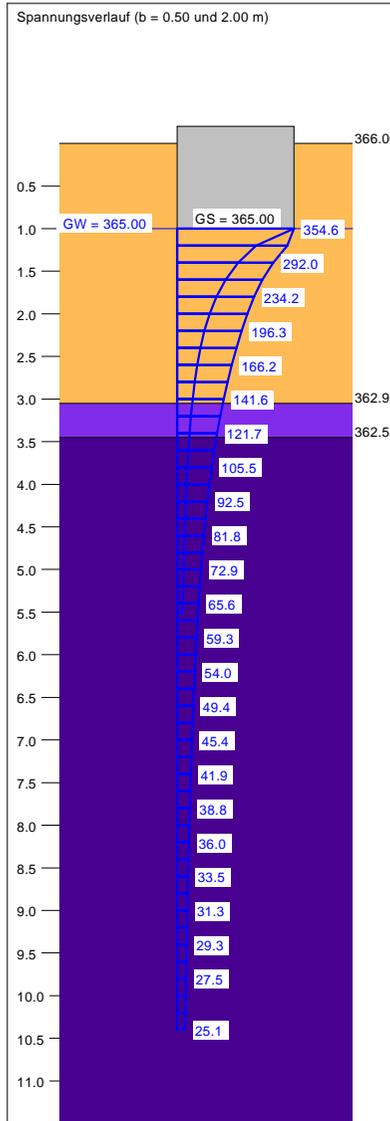
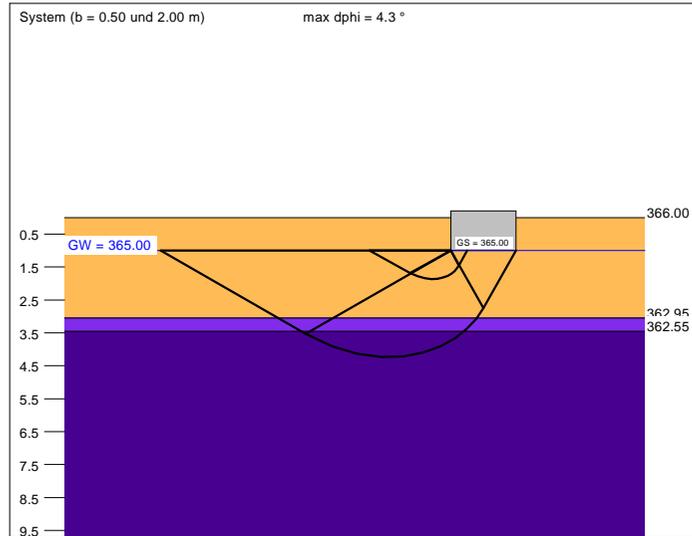
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$t_g$ [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	500.0	125.0	354.6	0.35	32.5	0.00	11.00	19.00	3.16	1.87
0.75	0.75	500.0	281.3	354.6	0.55	32.5	0.00	11.00	19.00	3.93	2.30
1.00	1.00	500.0	500.0	354.6	0.77	31.4	3.70	10.98	19.00	4.62	2.66
1.25	1.25	500.0	781.3	354.6	0.99	30.8	5.88	11.02	19.00	5.25	3.04
1.50	1.50	500.0	1125.0	354.6	1.21	30.5	7.13	11.07	19.00	5.83	3.42
1.75	1.75	500.0	1531.3	354.6	1.44	30.3	8.01	11.11	19.00	6.39	3.80
2.00	2.00	500.0	2000.0	354.6	1.67	30.1	8.66	11.15	19.00	6.91	4.18
2.25	2.25	500.0	2531.3	354.6	1.90	30.0	9.18	11.18	19.00	7.41	4.56
2.50	2.50	500.0	3125.0	354.6	2.13	29.9	9.60	11.20	19.00	7.89	4.94
2.75	2.75	500.0	3781.3	354.6	2.36	29.8	9.94	11.22	19.00	8.35	5.32
3.00	3.00	500.0	4500.0	354.6	2.59	29.7	10.23	11.24	19.00	8.80	5.70
3.25	3.25	500.0	5281.3	354.6	2.82	29.6	10.47	11.26	19.00	9.23	6.08
3.50	3.50	500.0	6125.0	354.6	3.05	29.6	10.68	11.27	19.00	9.65	6.46
3.75	3.75	500.0	7031.3	354.6	3.28	29.5	10.87	11.29	19.00	10.06	6.84
4.00	4.00	500.0	8000.0	354.6	3.51	29.5	11.03	11.30	19.00	10.45	7.23



$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

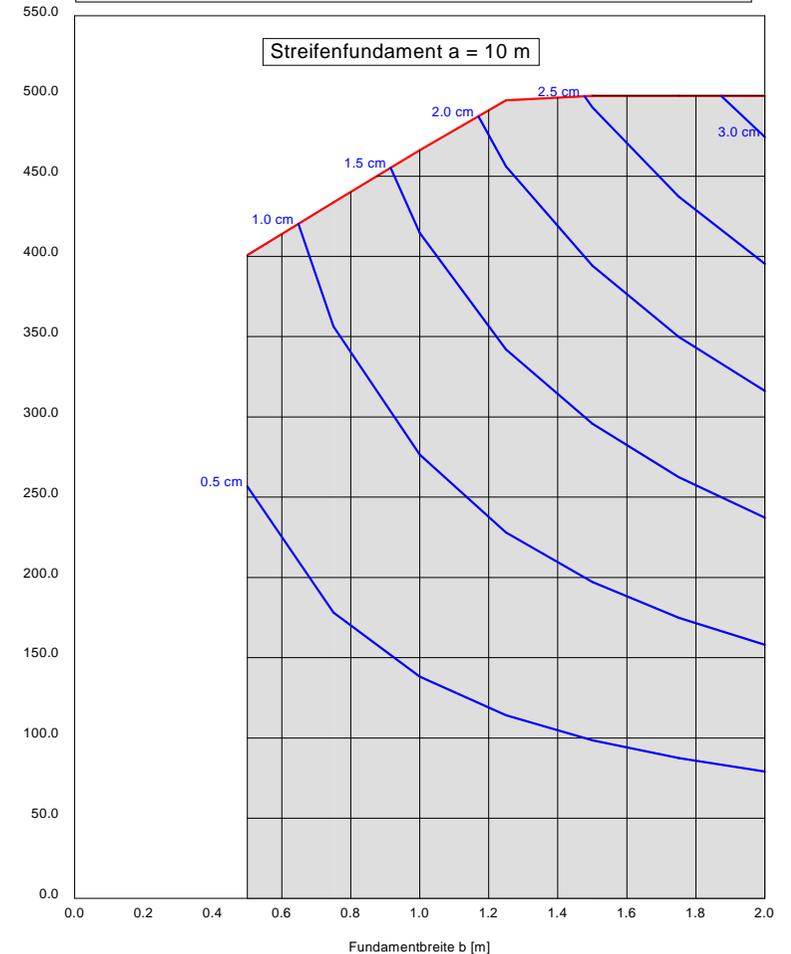
Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/10.0	27.5	11.0	0.00	15.0	Ton, halbfest bis fest
	21.5/11.5	28.8	13.5	0.00	22.5	Ton, fest/Tonstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
Berechnungsgrundlagen:  
1295  
Norm: EC 7  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
Grundwasser = 365.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Datei: 5.3 LKW-Werkstatt SF.gdg  
Datum: 25.05.2023  
Uhrzeit: 10:12:21  
— Sohldruck  
— Setzungen

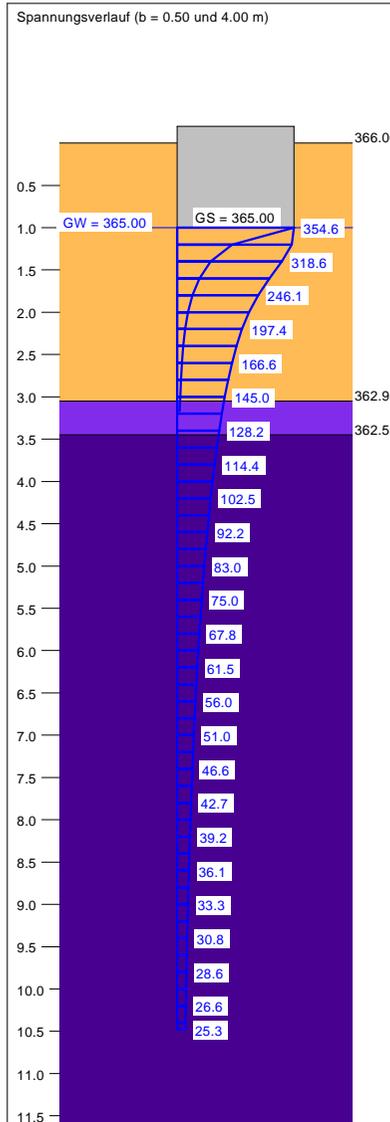
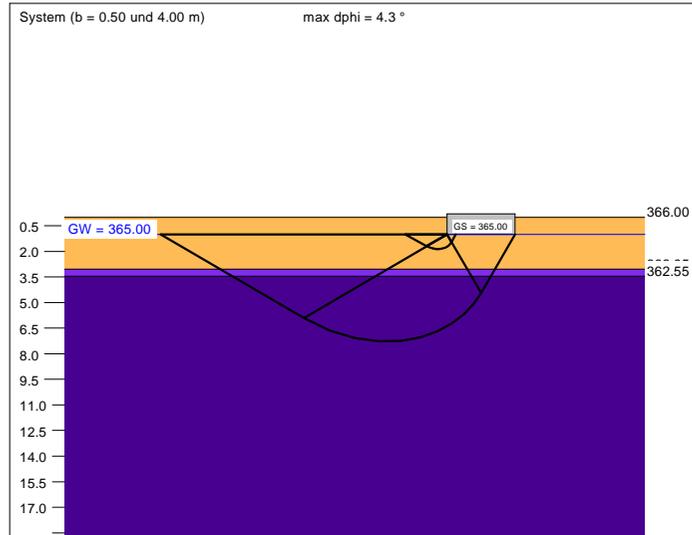
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]
10.00	0.50	400.8	200.4	284.2	0.78	32.5	0.00	11.00	19.00	5.51	1.87
10.00	0.75	433.6	325.2	307.5	1.22	32.5	0.00	11.00	19.00	6.68	2.30
10.00	1.00	466.1	466.1	330.6	1.69	32.5	0.00	11.00	19.00	7.72	2.73
10.00	1.25	497.3	621.6	352.7	2.18	31.8	1.50	11.00	19.00	8.65	3.11
10.00	1.50	500.0	750.0	354.6	2.54	30.9	3.67	10.93	19.00	9.31	3.46
10.00	1.75	500.0	875.0	354.6	2.86	30.8	5.55	10.93	19.00	9.88	3.85
10.00	2.00	500.0	1000.0	354.6	3.16	30.5	6.57	10.96	19.00	10.39	4.23

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.40



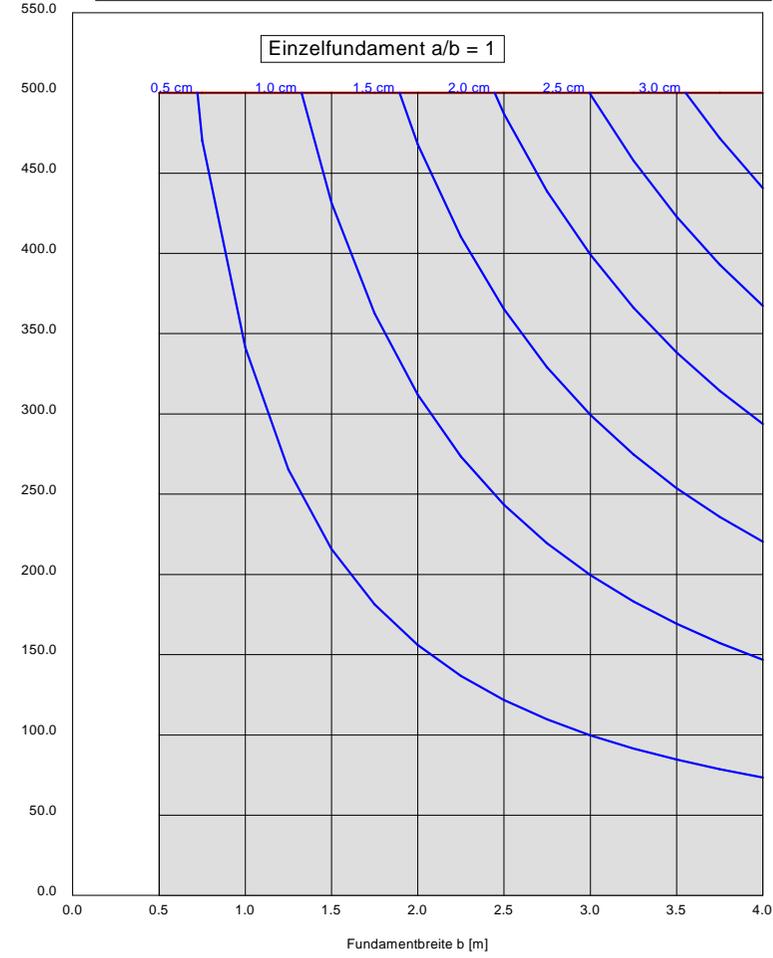
BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhermsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/10.0	27.5	11.0	0.00	15.0	Ton, halbfest bis fest
	21.5/11.5	28.8	13.5	0.00	22.5	Ton, fest/Tonstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  
 Norm: EC 7  
 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 = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 365.00 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.4 LKW-Werkstatt EF.gdg  
 Datum: 23.05.2023  
 Uhrzeit: 08:11:18  
 — Sohlendruck  
 — Setzungen

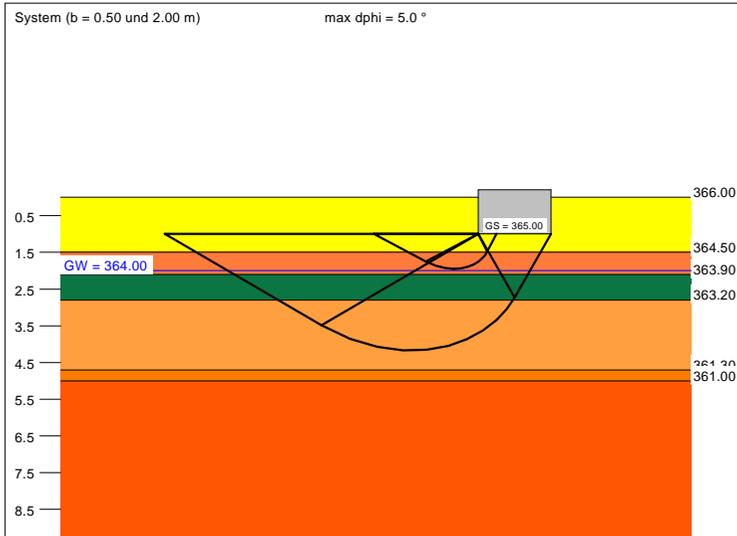
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	R <sub>n,d</sub> [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_{\bar{u}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]
0.50	0.50	500.0	125.0	354.6	0.34	32.5	0.00	11.00	19.00	3.16	1.87
0.75	0.75	500.0	281.3	354.6	0.53	32.5	0.00	11.00	19.00	3.95	2.30
1.00	1.00	500.0	500.0	354.6	0.73	32.5	0.00	11.00	19.00	4.63	2.73
1.25	1.25	500.0	781.3	354.6	0.94	31.8	1.50	11.00	19.00	5.27	3.11
1.50	1.50	500.0	1125.0	354.6	1.16	30.9	3.67	10.93	19.00	5.85	3.46
1.75	1.75	500.0	1531.3	354.6	1.38	30.8	5.55	10.93	19.00	6.41	3.85
2.00	2.00	500.0	2000.0	354.6	1.60	30.5	6.57	10.96	19.00	6.93	4.23
2.25	2.25	500.0	2531.3	354.6	1.83	30.4	7.32	10.99	19.00	7.43	4.61
2.50	2.50	500.0	3125.0	354.6	2.05	30.2	7.92	11.02	19.00	7.91	4.99
2.75	2.75	500.0	3781.3	354.6	2.28	30.1	8.41	11.05	19.00	8.38	5.37
3.00	3.00	500.0	4500.0	354.6	2.51	30.0	8.82	11.08	19.00	8.82	5.75
3.25	3.25	500.0	5281.3	354.6	2.73	29.9	9.16	11.10	19.00	9.25	6.13
3.50	3.50	500.0	6125.0	354.6	2.96	29.8	9.46	11.12	19.00	9.67	6.51
3.75	3.75	500.0	7031.3	354.6	3.18	29.8	9.72	11.14	19.00	10.08	6.89
4.00	4.00	500.0	8000.0	354.6	3.40	29.7	9.95	11.16	19.00	10.48	7.28



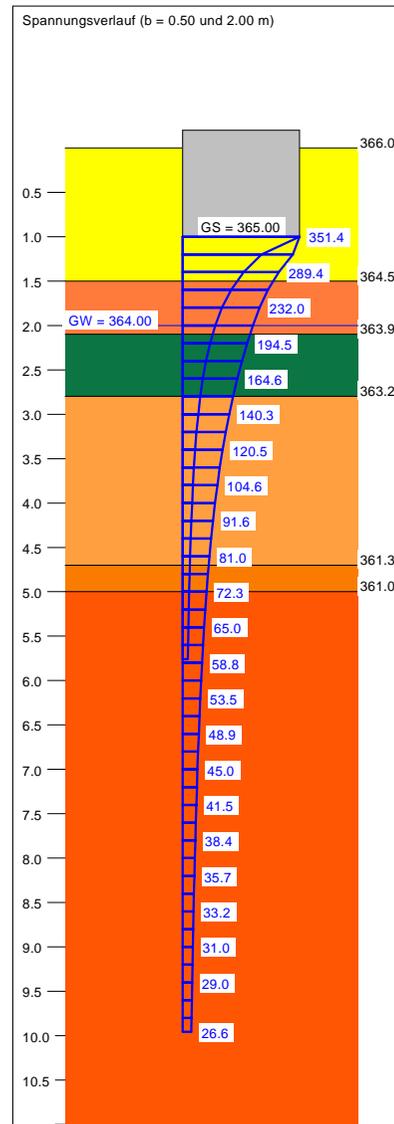
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.5/11.5	36.3	0.0	0.00	70.0	Mineralbeton (Tragschicht)
	19.5/11.5	33.8	0.0	0.00	40.0	Geländeauffüllungen
	19.0/9.0	25.0	5.0	0.00	6.5	Schluff, steif
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/12.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Sand, dicht
	22.5/12.5	38.8	17.5	0.00	90.0	Sandstein

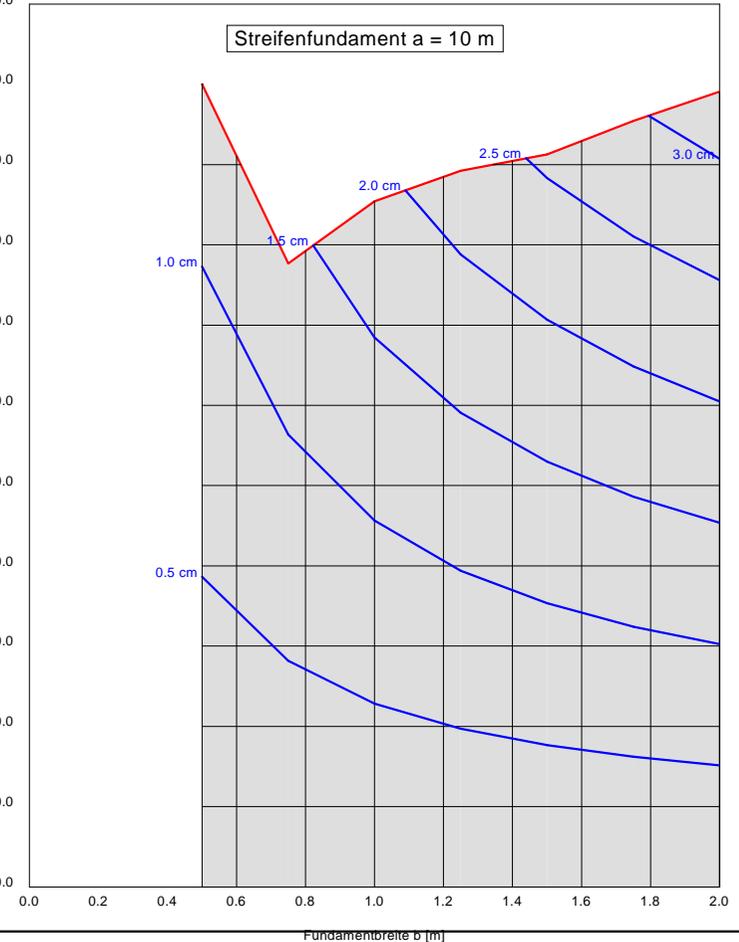


a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{\perp}$	t <sub>g</sub>	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	500.0	250.0	354.6	1.29	34.8	0.00	19.50	19.50	5.76	1.95
10.00	0.75	388.4	291.3	275.4	1.38	30.0 *	1.08	18.95	19.50	6.12	2.19
10.00	1.00	427.2	427.2	303.0	1.87	29.7 *	2.26	17.36	19.50	7.14	2.57
10.00	1.25	446.2	557.8	316.5	2.27	30.0 *	1.62	16.10	19.50	7.94	2.98
10.00	1.50	456.4	684.6	323.7	2.58	29.9 *	1.19	15.32	19.50	8.62	3.37
10.00	1.75	477.2	835.2	338.5	2.94	30.0 *	0.99	14.75	19.50	9.32	3.77
10.00	2.00	495.4	990.9	351.4	3.28	30.0 *	0.86	14.32	19.50	9.96	4.17



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
Berechnungsgrundlagen:  
1295  
Norm: EC 7  
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
Anteil Veränderliche Lasten = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$

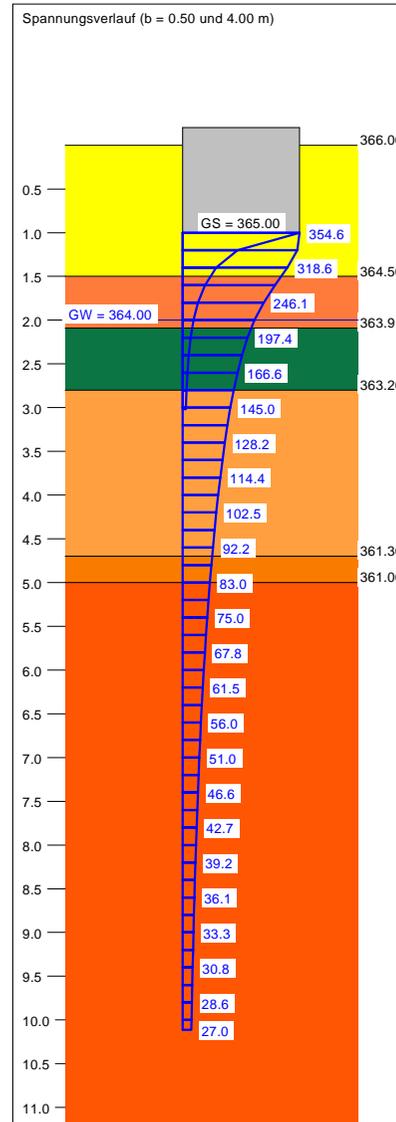
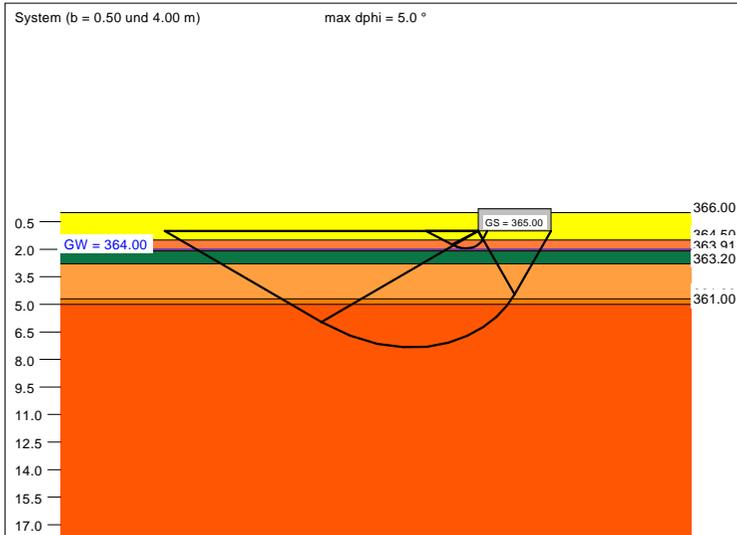
$\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
Gründungssohle = 365.00 mNN  
Grundwasser = 364.00 mNN  
Grenztiefe mit p = 20.0 %  
Datei: 5.5 LKW-Halle SF.gdg  
Datum: 23.05.2023  
Uhrzeit: 08:52:03  
— Sohldruck  
— Setzungen



\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

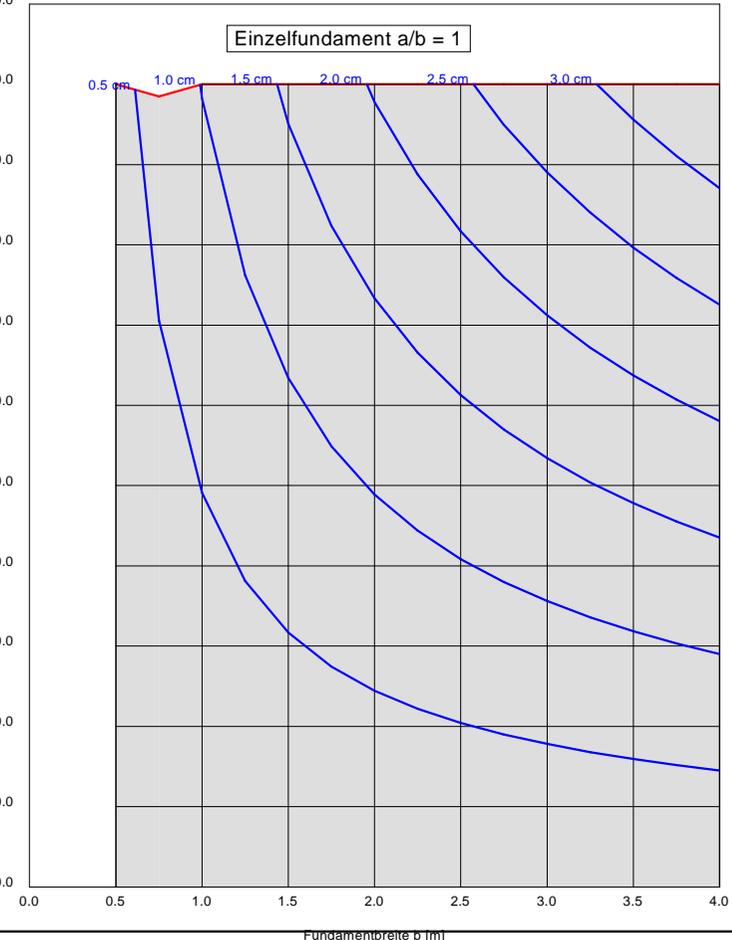
BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.5/11.5	36.3	0.0	0.00	70.0	Mineralbeton (Tragschicht)
	19.5/11.5	33.8	0.0	0.00	40.0	Geländeauffüllungen
	19.0/9.0	25.0	5.0	0.00	6.5	Schluff, steif
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	20.0/12.0	35.0	0.0	0.00	50.0	Sand, dicht
	22.5/12.5	38.8	17.5	0.00	90.0	Sandstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  
 Norm: EC 7  
 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 = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 500.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 364.00 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.6 LKW-Halle EFn.gdg  
 Datum: 23.05.2023  
 Uhrzeit: 08:53:21  
 — Sohlendruck  
 — Setzungen

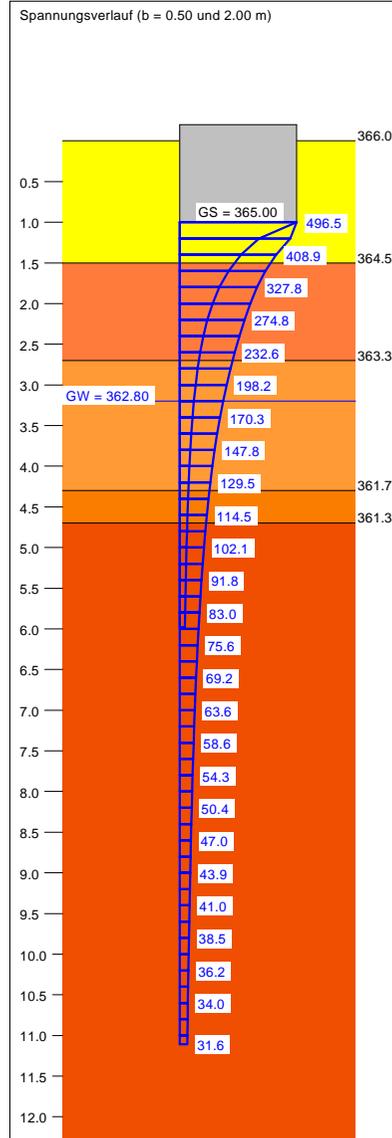
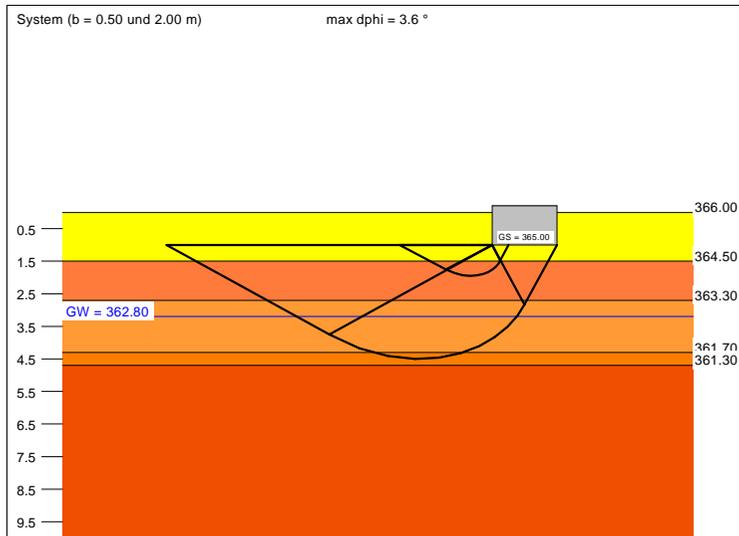
a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{Ek}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_{\perp}$	$t_g$	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
0.50	0.50	500.0	125.0	354.6	0.41	34.8	0.00	19.50	19.50	3.02	1.95
0.75	0.75	492.4	277.0	349.2	0.70	30.0 *	1.15	18.94	19.50	3.76	2.19
1.00	1.00	500.0	500.0	354.6	1.02	29.7 *	2.29	17.35	19.50	4.46	2.57
1.25	1.25	500.0	781.3	354.6	1.31	29.9 *	1.65	16.09	19.50	5.08	2.98
1.50	1.50	500.0	1125.0	354.6	1.58	30.0 *	1.20	15.30	19.50	5.65	3.38
1.75	1.75	500.0	1531.3	354.6	1.82	30.0 *	1.00	14.74	19.50	6.19	3.77
2.00	2.00	500.0	2000.0	354.6	2.04	30.0 *	0.87	14.31	19.50	6.69	4.17
2.25	2.25	500.0	2531.3	354.6	2.25	30.0 *	0.77	13.97	19.50	7.18	4.56
2.50	2.50	500.0	3125.0	354.6	2.45	29.9 *	0.70	13.70	19.50	7.64	4.96
2.75	2.75	500.0	3781.3	354.6	2.63	29.9 *	4.61	13.53	19.50	8.09	5.35
3.00	3.00	500.0	4500.0	354.6	2.81	30.0 *	6.20	13.39	19.50	8.52	5.75
3.25	3.25	500.0	5281.3	354.6	2.98	30.0 *	7.29	13.29	19.50	8.93	6.15
3.50	3.50	500.0	6125.0	354.6	3.14	30.0 *	8.09	13.21	19.50	9.34	6.54
3.75	3.75	500.0	7031.3	354.6	3.29	30.0 *	8.76	13.14	19.50	9.73	6.94
4.00	4.00	500.0	8000.0	354.6	3.45	30.0 *	9.34	13.09	19.50	10.11	7.34



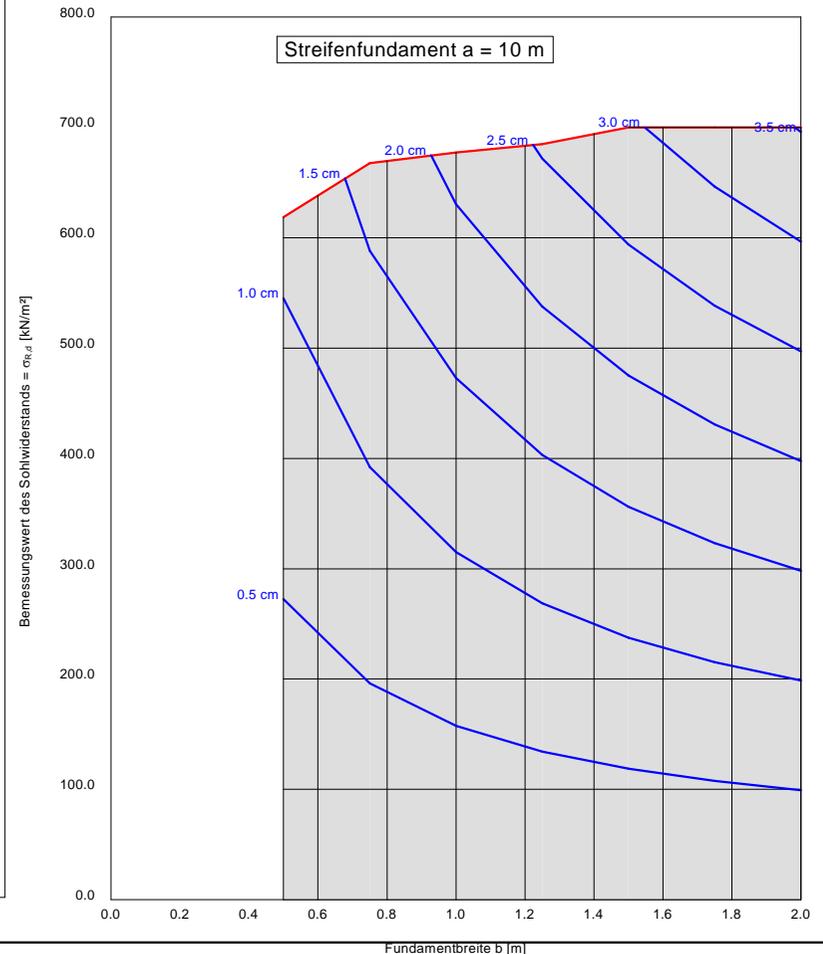
\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{Ek} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhermsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.5/11.5	36.3	0.0	0.00	70.0	Mineralbeton (Tragschicht)
	19.5/11.5	33.8	0.0	0.00	40.0	Geländeauffüllungen
	18.5/10.5	31.3	0.0	0.00	15.0	Sand, locker
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	22.5/12.5	38.8	17.5	0.00	90.0	Sandstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Norm: EC 7  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 365.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 362.80 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.7 Schüttgut und Recyclinghalle SF.ggd  
 Datum: 23.05.2023  
 Uhrzeit: 09:54:37  
 — Sohldruck  
 — Setzungen

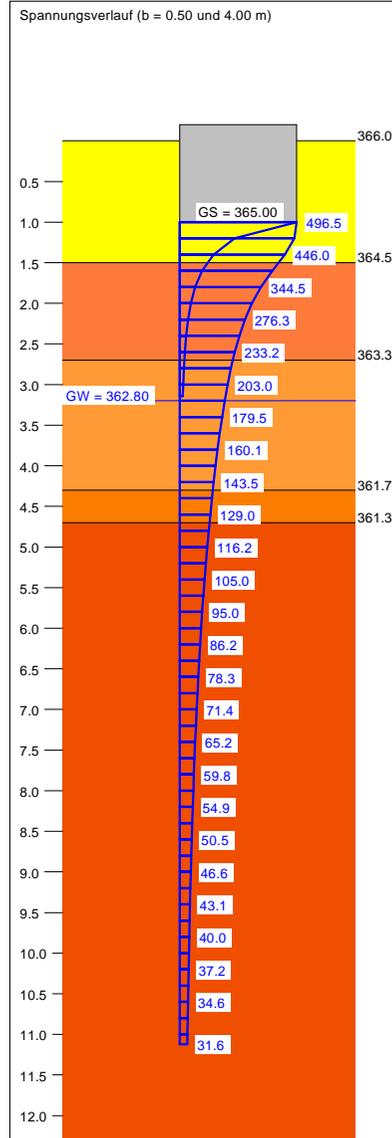
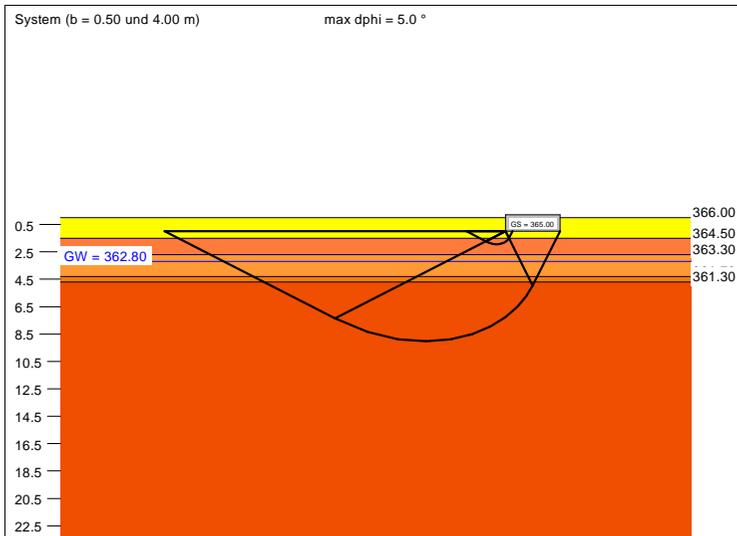


a	b	$\sigma_{R,d}$	$R_{n,d}$	$\sigma_{E,k}$	s	cal $\phi$	cal c	$\gamma_2$	$\sigma_0$	t <sub>g</sub>	UK LS
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[cm]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
10.00	0.50	618.5	309.3	438.7	1.13	34.8	0.00	19.50	19.50	5.98	1.95
10.00	0.75	667.6	500.7	473.5	1.70	34.5	0.00	19.50	19.50	7.32	2.40
10.00	1.00	677.3	677.3	480.3	2.15	33.8	0.00	19.48	19.50	8.30	2.82
10.00	1.25	684.8	856.0	485.7	2.55	33.3	0.00	19.37	19.50	9.14	3.23
10.00	1.50	700.0	1050.0	496.5	2.95	33.0	0.00	18.74	19.50	9.92	3.65
10.00	1.75	700.0	1225.0	496.5	3.25	32.7	0.00	18.03	19.50	10.54	4.07
10.00	2.00	700.0	1400.0	496.5	3.52	32.7*	0.00	17.37	19.50	11.11	4.50

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.40

BV: Errichtung Betriebs- und Recyclinghof, Fl.-Nr. 1268, 91452 Wilhelmsdorf  
Datum: 22.05.2023  
Pr.-Nr.: 1295

Boden	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	19.5/11.5	36.3	0.0	0.00	70.0	Mineralbeton (Tragschicht)
	19.5/11.5	33.8	0.0	0.00	40.0	Geländeauffüllungen
	18.5/10.5	31.3	0.0	0.00	15.0	Sand, locker
	19.0/11.0	32.5	0.0	0.00	40.0	Sand, mitteldicht
	22.5/12.5	38.8	17.5	0.00	90.0	Sandstein



GGU-FOOTING / Version 10.01 / 11.09.2022  
 Berechnungsgrundlagen:  
 1295  
 Norm: EC 7  
 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 = 0.400  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.400 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.400) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.410$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 700.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Oberkante Gelände = 366.00 mNN  
 Gründungssohle = 365.00 mNN  
 Grundwasser = 362.80 mNN  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %  
 Datei: 5.8 Schüttgut und Recyclinghalle EF.ggd  
 Datum: 23.05.2023  
 Uhrzeit: 09:55:02  
 — Sohlendruck  
 — Setzungen

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
[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]
0.50	0.50	700.0	175.0	496.5	0.36	34.8	0.00	19.50	19.50	3.14	1.95
0.75	0.75	700.0	393.8	496.5	0.66	34.5	0.00	19.50	19.50	3.98	2.40
1.00	1.00	700.0	700.0	496.5	0.96	33.8	0.00	19.48	19.50	4.74	2.82
1.25	1.25	700.0	1093.8	496.5	1.25	33.3	0.00	19.37	19.50	5.43	3.23
1.50	1.50	700.0	1575.0	496.5	1.52	33.0	0.00	18.74	19.50	6.06	3.65
1.75	1.75	700.0	2143.8	496.5	1.79	32.7	0.00	18.03	19.50	6.67	4.07
2.00	2.00	700.0	2800.0	496.5	2.04	32.7 *	0.00	17.37	19.50	7.24	4.50
2.25	2.25	700.0	3543.8	496.5	2.29	34.7	5.05	16.55	19.50	7.78	5.24
2.50	2.50	700.0	4375.0	496.5	2.52	35.4	6.96	16.09	19.50	8.31	5.84
2.75	2.75	700.0	5293.8	496.5	2.74	35.8	8.18	15.75	19.50	8.81	6.41
3.00	3.00	700.0	6300.0	496.5	2.96	36.1	9.12	15.46	19.50	9.30	6.99
3.25	3.25	700.0	7393.8	496.5	3.16	36.3 *	9.86	15.23	19.50	9.78	7.54
3.50	3.50	700.0	8575.0	496.5	3.35	36.3 *	10.39	15.05	19.50	10.24	8.03
3.75	3.75	700.0	9843.8	496.5	3.54	36.3 *	10.88	14.89	19.50	10.69	8.53
4.00	4.00	700.0	11200.0	496.5	3.72	36.3 *	11.29	14.75	19.50	11.12	9.03

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.41) = \sigma_{R,k} / 1.97$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.40

