

08.11.2024

Hal-LuD / 224 041 / st2

# **STATISCHE BERECHNUNG**

## **– ENTWURFS- UND GENEHMIGUNGSPLANUNG –**

### ***BAUVORHABEN***

### ***EVANGELISCHES GYMNASIUM***

### ***LERNWELTEN GROßDEUBEN***

- Bauvorhaben:** LERNWELTEN | Erweiterungsbau Schule und Neubau Sporthalle mit Mensa, Großdeuben
- Bauteil:** Baugrubenverbau  
- freistehender und rückverankerter Trägerbohlwandverbau
- Auftraggeber:** Schulverein Lernwelten e. V.  
Schulstraße 6  
04564 Großdeuben



INHALT	Seite
<b>UNTERLAGEN</b> .....	<b>2</b>
<b>ANLAGEN</b> .....	<b>4</b>
<b>TABELLEN</b> .....	<b>5</b>
<b>1 VERANLASSUNG</b> .....	<b>6</b>
<b>2 BAUVORHABEN UND ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE</b> .....	<b>6</b>
<b>3 VERBAUKONZEPT</b> .....	<b>7</b>
<b>4 KENNWERTE</b> .....	<b>10</b>
4.1 Bodenkenngrößen .....	10
4.2 Bohrpfahlkennwerte (Spitzendruck und Mantelreibung) .....	11
4.3 Kennwerte für Verpressanker.....	12
4.4 Baustoffe.....	13
<b>5 BERECHNUNGSANSÄTZE</b> .....	<b>13</b>
5.1 Berechnungsschnitte.....	13
5.2 Erddruck .....	14
5.3 Gebäude- und Oberflächenlasten .....	14
5.4 Wasserdruck.....	15
5.5 Lastbilder .....	16
<b>6 DURCHGEFÜHRTE NACHWEISE</b> .....	<b>16</b>
6.1 Nachweis „Tiefe Gleitfuge“ .....	17
6.2 Geländebruchsicherheit .....	17
<b>7 ZUSAMMENSTELLUNG BERECHNUNGSERGEBNISSE</b> .....	<b>18</b>
<b>8 MENGEN- UND MASSENERMITTLUNG VERBAU</b> .....	<b>19</b>
<b>9 KOSTENBERECHNUNG</b> .....	<b>20</b>
<b>10 GENEHMIGUNGSVERFAHREN</b> .....	<b>20</b>
<b>11 HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN</b> .....	<b>23</b>

## UNTERLAGEN

### Schoener und Panzer Architekten BDA, Leipzig:

- [U 1.1] Lernwelten Großdeuben - Erweiterungsbau Schule und Neubau Sporthalle mit Mensa, Lagepläne, Grundrisse, Schnitte, diverse Maßstäbe, Stand Entwurfsplanung vom 14.06.2024 bzw. 04.07.2024
- [U 1.2] Lernwelten, Erweiterungsbau Schule und Neubau Sporthalle mit Mensa, Baugrubenplan (Nr. LW\_05\_003\_LAGA\_BG), Maßstab 1 : 150, Stand: Ausführungsplanung vom 07.10.2024

FCB GmbH, Rötha:

- [U 2] Erweiterungsbau Evangelisches Gymnasium Lernwelten, Großdeuben; Geotechnischer Bericht nach DIN EN 1997-2 / DIN 4020 - Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung, Neufassung (2. Ergänzung) vom 19.03.2024

Vermessungsbüro Hubert Mütze, Lossatal OT Zschorna:

- [U 3] Evangelisches Gymnasium Lernwelten Großdeuben, Änderung und Erweiterungsbau Schule und Neubau Turnhallegebäude mit Mensa, Lageplan zum Bauantrag, M = 1 : 150, vom 04.04.2024

DGGT - Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.:

- [U 4.1] Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 2. Auflage (2012)
- [U 4.2] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 6. Auflage (2021)
- [U 4.3] Empfehlungen des Arbeitskreises „Ufereinfassungen“ (EAU); Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; 12. Auflage (2020)

WICHTER / MEININGER:

- [U 5] Verpressanker, Bodennägel und Zugpfähle, Grundbau-Taschenbuch, Teil 2, 8. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2018

GNW - Geotechnik Dr. Nottrodt Weimar GmbH:

- [U 6] Evangelisches Gymnasium Lernwelten Großdeuben, Erweiterungsbau Schule und Neubau Sporthalle mit Mensa, Statische Berechnung (Vorplanung) vom 30.08.2024

<b>ANLAGEN</b>	<b>Blatt</b>
1. Lageplan Baugrubensicherung, M = 1 : 100	1
2. Schnittdarstellungen Verbauabschnitte VA 1 bis VA 5, M = 1 : 100	2
3. Statische Berechnungen und Bemessungen zur freistehenden, aufgelösten Bohrpfahlwand mit Steckträgerverbau bzw. Kopfböschungen	
Verbauabschnitt VA 1 - Erweiterungsbau Schule (Westseite)	
3.1.1 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 1	1
3.1.2 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.1.3 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
Verbauabschnitte VA 2a + 2b - Erweiterungsbau Schule (Ostseite)	
3.2.1 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 2a	1
3.2.2 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.2.3 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
3.2.4 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 2b	1
3.2.5 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.2.6 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
Verbauabschnitt VA 3 - Neubau Sporthalle + Mensa (Westseite mit Kran)	
3.3.1 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 3	1
3.3.2 Berechnungsergebnisse 1. Aushubzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.3.3 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	9
3.3.4 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
Verbauabschnitt VA 4 - Neubau Sporthalle + Mensa (Südwestseite)	
3.4.1 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 4	1
3.4.2 Berechnungsergebnisse 1. Aushubzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.4.3 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	9
3.4.4 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
Verbauabschnitt 5 - Neubau Sporthalle + Mensa (Südseite)	
3.5.1 Systemdarstellung Endzustand Verbauabschnitt VA 5	1
3.5.2 Berechnungsergebnisse 1. Aushubzustand + Ergebnisprotokoll	8
3.5.3 Berechnungsergebnisse Endzustand + Ergebnisprotokoll	9
3.5.4 Geländebruchsicherheit Endzustand	1
4. Kostenberechnung Baugrubensicherung (ohne Erdbau)	2

## TABELLEN

Tabelle 1:	Charakteristische Bodenkenngrößen gemäß [U 2].....	10
Tabelle 2:	Charakteristische Werte für den Pfahlsitzendruck sowie die Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle / Trägerfüße nach [U 4.1].....	11
Tabelle 3:	Kennwerte für die äußere Tragfähigkeit von Verpressankern auf Grundlage der Angaben in [U 5].....	12
Tabelle 4:	Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse.....	18
Tabelle 5:	Mengen- und Massenermittlung Baugrubensicherung .....	19

## 1 VERANLASSUNG

Der Schulverein Lernwelten e. V. beabsichtigt Erweiterungs- sowie Neubaumaßnahmen am Standort des Evangelischen Gymnasiums LERNWELTEN in Großdeuben. Die Planungsleistungen für das Gesamtvorhaben werden durch die Schoener und Panzer Architekten BDA aus Leipzig ausgeführt.

Als geotechnischer Berater ist die FCB GmbH aus Rötha beauftragt.

Nach Übergabe der Vorplanung zum Baugrubenverbau und der hierin enthaltenen Variantenbetrachtung [U 6] ist vom Bauherren die weiterführende Planung der Variante 2 (freistehende Trägerbohlwand am Erweiterungsbau Schule / 1-fach rückverankerte Trägerbohlwand im Bereich der Sporthalle) favorisiert worden.

Hiermit wird die statische Berechnung der erforderlichen Baugrubensicherungen für die Variante 2 gemäß [U 6] als **Entwurfs- und Genehmigungsplanung** eingereicht.

## 2 BAUVORHABEN UND ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Gemäß den vorliegenden Unterlagen [U 1] sowie der Vorplanung für den Baugrubenverbau [U 6] ist auf dem Areal des Evangelischen Gymnasiums LERNWELTEN in Großdeuben die Errichtung eines Erweiterungsbaus für das Schulgebäude sowie der Neubau einer Sporthalle mit Mensa vorgesehen.

Der Erweiterungsbau der Schule weist jeweils eine Grundfläche von ca. 54 x 19 / 9 m auf und bindet etwa mit dem halben Untergeschoss (UG) in das anstehende Gelände ein (entspricht ca. 2,4 m unter GOK). Insgesamt sind ein Untergeschoss, ein Erdgeschoss und 2 weitere Obergeschosse geplant, welche direkt nördlich an den Altbau der Schule anbinden.

Die Sporthalle mit Mensa weist Grundrissabmessungen von ca. 33 x 26 m auf und wird im östlichen Bereich des Schulgeländes neu errichtet. Die Sporthalle soll ebenfalls auf halber Hallenhöhe in den Untergrund eingebunden werden. Hieraus ergibt sich eine maximale Baugrubentiefe von ca. 4,6 m unter GOK. Die Mensa mit Dachterrasse sowie die Küche werden im 1. OG des Hallenneubaus angeordnet.

Das Schulareal mit den geplanten Erweiterungs- und Neubaustandorten liegt im Zentrum von Großdeuben zwischen der Schulstraße im Westen und der Hauptstraße im Osten. Das Grundstück selbst misst in West-Ost-Richtung ca. 103 m und in Nord-Süd-Richtung ca. 57 m (im Westen) bzw. 40 m (im Osten). Im Baufeld des Erweiterungsbaus der Schule befinden sich derzeit noch Grün- und Spielflächen. Der nördlich an den Altbau angrenzende Verbindungsbau aus DDR-Zeiten wird im Zuge der Maßnahme umgebaut und die Fundamente ertüchtigt. Das Baufeld der Sporthalle ist derzeit unbebaut und wird als Grünfläche mit Baum- und Strauchbestand genutzt.

Im Osten grenzt das Baufeld an die Grundstücke der Hauptstraße Nr. 26 und 49; im Norden (Grundstücke: Schulstraße Nr. 2 und 4, Zwenkauer Straße Nr. 4, 6 und 8 sowie Hauptstraße Nr. 47) und Süden (Grundstücke: Schulstraße Nr. 8, Martin-Luther-Straße Nr. 7b, 9a und 11 sowie Hauptstraße Nr. 50 und 51A) an Gebäude und Grünflächen der benachbarten Wohnbauungen.

Das Areal der Schule ist relativ eben ausgebildet und weist nur eine geringe Höhendifferenz von ca. 0,8 m in West-Ost-Richtung auf. Die geodätischen Höhen liegen nach [U 3] und [U 1.2] zwischen ca. 122,0 m NHN im Osten und ca. 122,8 m NN im Südwesten auf.

Nach den Angaben in [U 2] stehen am Standort oberflächennah unterschiedlich zusammengesetzte Auffüllungen (u. a. mit Bauschuttresten) über steifen bis halbfesten Auelehmen und feinsandigen bis schluffigen Auesanden sowie Kiese / Sande der Saalehauptterrasse (Quartär) in mitteldichter bis dichter Lagerung an. Bis zur Erkundungsendtiefe folgen ab ca. 9 m unter Geländeoberkante (GOK) mitteldicht bis dicht gelagerte, tertiäre Feinsande.

Grundwasser wurde nach [U 2] in 2021 bei ca. 4,8 m unter GOK (= 117,50 m NHN) ermittelt, was in etwa dem Grundwasserspiegel für mittlere Grundwasserneubildungen (hydrogeologisches Großraummodell Süd der IBGW GmbH, 2019) entspricht.

Weitere Angaben zu den geologischen und baulichen Verhältnissen sowie geotechnische Hinweise und Empfehlungen sind dem geotechnischen Bericht [U 2] zu entnehmen.

### 3 VERBAUKONZEPT

Gemäß der Vorplanung zum Baugrubenverbau [U 6] sind die geplanten Baugruben in insgesamt 6 Verbauabschnitte unterteilt worden. Nach Übergabe des aktuellen Baugrubenplans [U 1.2] kann der bisher vorgesehene Verbau an der Nordseite der Baugrube für die Sporthalle weitestgehend entfallen, da hier mit dem Nachbarn eine Vereinbarung bzgl. einer geböschten Baugrube getroffen wurden.

Aus o. g. Sachverhalt sowie auf Basis des aktuellen Baugrubenplanes [U 1.2] wurden für die gegenständliche Entwurfs- und Genehmigungsplanung insgesamt **6 Verbauabschnitte (VA 1 bis VA 5)** abgeleitet und nachfolgend betrachtet:

#### **VA 1: Erweiterungsbau Schule (Westseite)**

freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45°, Höhe bis ca. 0,6 m) und Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 120,25 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 122,00 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 2,35 m

**VA 2a: Erweiterungsbau Schule (Ostseite)**

freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45°, Höhe bis ca. 0,5 m) und Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 120,25 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 122,00 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 2,20 m

**VA 2b: Erweiterungsbau Schule (Ostseite, NO-Ecke)**

freistehende Trägerbohlwand Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 120,25 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 122,40 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 2,15 m

**VA 3: Neubau Sporthalle + Mensa (Westseite mit Kran)**

1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45°, Höhe bis ca. 0,9 m) und Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 117,85 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 121,50 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 4,55 m

**VA 4: Neubau Sporthalle + Mensa (Südwestseite)**

1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45°, Höhe bis ca. 0,9 m) und Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 117,85 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 121,50 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 4,55 m

**VA 5: Neubau Sporthalle + Mensa (Südseite)**

1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45°, Höhe bis ca. 1,0 m) und Holzausfachung; vorgebohrte, einbetonierte Trägerfüße Ø 60 cm; Baugrubensohle bei ca. 117,85 m NHN, OK Trägerbohlwand bei ca. 121,50 m NHN; max. Baugrubentiefe ca. 4,60 m

Das Verbaukonzept sieht für die Baugrube des **Erweiterungsbaus der Schule** - mit Ausnahme des VA 2b - eine **freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung und Holzausfachung** und für die Baugrube des Neubaus der Sporthalle mit Mensa einheitlich eine **1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung und Holzausfachung** vor. Die Oberkanten der Trägerbohlwände werden vorerst bei ca. 122,00 m NHN (VA 1 und VA 2a), ca. 122,40 m NHN (VA 2b) und 121,50 m NHN (VA 3 bis VA 5) angesetzt.

Für den Verbau werden folgende Randbedingungen vorgegeben:

- Der geplante Verbau begrenzt sich auf die Baugrubengebiete des Erweiterungsbaus der Schule sowie der Sporthalle mit Mensa, welche nicht frei geböschert hergestellt werden können (Südseite Erweiterungsbau, Nord-, Ost- und teilweise Westseite Sporthalle).



- **Kopfböschungen** mit Höhen bis 0,6 m bzw. 1,0 m zur Reduzierung der Verbauhöhen sind - mit Ausnahme des Verbauabschnitts VA 2b an der Nordostecke der Baugrube des Erweiterungsbaus der Schule - in allen Verbauabschnitten realisierbar und eingeplant.
- Planungsseitig ist für den Erweiterungsbau der Schule ein **Arbeitsraum** von ca. 0,8 m und für die Baugrube der Sporthalle von  $\geq 1,0$  m vorzusehen.
- Kein bzw. nur geringer Grundwassereinfluss, deshalb werden keine wasserdichten Verbauten notwendig.
- Zur Gewährleistung lotrechter Verbauwände sowie zur Reduzierung von Erschütterungen im Baufeld sind die Bohlträger vorzugsweise in vorgebohrte und mit Magerbeton verfüllte Trägerfüße (Durchmesser  $\geq 0,6$  m) einzustellen. Die Betonfüße sind bis auf Höhe der Baugrubensohlen auszuführen.
- Alle Verbauten sind generell als **temporäre Konstruktionen** geplant, die nach Herstellung der Gebäude weitestgehend rückgebaut werden sollen. Dies betrifft im Wesentlichen die Bohlträger und die Holzausfachung. Eventuell sensible Bereiche, in denen ein Ziehen der Träger nicht möglich ist, sind im Zuge der Ausführungsplanung (LP 5) zu benennen. Die Verpressanker im Bereich der Sporthalle verbleiben trotz temporärer Nutzung dauerhaft im Boden der betroffenen Grundstücke; entsprechende Gestattungsvereinbarungen mit den südlichen Nachbarn sind derzeit in Bearbeitung.
- Die **Bohlträger** sind vorzugsweise in vorgebohrte und mit Magerbeton (oder glw.) verfüllte Trägerfüße (Durchmesser:  $\varnothing \geq 60$  cm) einzustellen. Die Verfüllung (Magerbeton) ist bis auf Höhe Baugrubensohle auszuführen.
- Die Nordseite der Baugrube für die Sporthalle wird geböscht hergestellt. Entsprechende Vereinbarungen mit dem Nachbarn hinsichtlich Platzbedarfs, Neubau Zaun etc. sind bereits getroffen worden. Für den Pflaumenbaum an der Westseite der Böschung sowie das Kleintiergehege an der Ostseite sind konstruktive Sicherungslösungen im Zuge der Ausführungsplanung mit den AN Spezialtiefbau zu entwickeln (z. B. Verbauwand mit Eckaussteifung etc.)
- Ein detaillierter Baustelleneinrichtungsplan liegt bislang nicht vor. Der aktuelle Baugrubenplan in [U 1.2] weist jedoch bereits potentielle Kranstellplätze an der Südostseite des Erweiterungsbaus sowie an der Westseite der Sporthalle aus. Zudem sind weitere Maßnahmen der Baustelleneinrichtung und -logistik (z. B. Rampen, Baustraßen, Sicherheitsabstände zur Baugrube etc.) bereits prinzipiell angegeben. Im Rahmen der Ausführungsplanung sind eventuell erneute Berechnungen durch Belastungsänderungen oder ergänzende Konstruktionselemente (z. B. Gründungen für Baukräne, Aussteifungen etc.) erforderlich.

## 4 KENNWERTE

Von der FCB Fachbüro für Consulting und Bodenmechanik GmbH aus Rötha wurden gemäß [U 2] folgende Bemessungskennwerte vorgegeben.

### 4.1 Bodenkenngrößen

Für die erdstatischen Berechnungen wurden die Bohr- bzw. Sondierprofile entsprechend dem o. g. Geotechnischen Bericht angesetzt, welche aus den für den jeweiligen Berechnungsschnitt nächstgelegenen Baugrundaufschlüssen abgeleitet wurden. Den Berechnungen liegen die nachfolgenden, nach [U 2] gewählten Bemessungskenngrößen zugrunde:

Modellschicht	Bodenart	Reibungswinkel $\phi_k'$ [°]	Kohäsion $c_k'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Wichte $\gamma_n / \gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
MS 2.1	Auelehm	25	10	20	5
MS 3.1	Kies	35	0	18 / 10	100
MS 3.2	Sand	32,5	0	18 / 10	100
MS 4	Feinsand	30	15	19 / 11	100

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngrößen gemäß [U 2]

Für die nicht in o. g. Tabelle 1 aus [U 2] aufgeführten Baugrundsichten MS 1: Auffüllung und MS 2.2: Auesand, Holozän, wurden anhand von Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden folgende Bodenkenngrößen in den Berechnungen und Nachweisen zugrunde gelegt:

MS 1: Auffüllung  $\gamma/\gamma' = 18 / 8 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi' = 22,5^\circ$ ;  $c' = 2,5 \text{ kN/m}^2$

MS 2.2: Auesand, Holozän  $\gamma/\gamma' = 18 / 9 \text{ kN/m}^3$ ;  $\phi' = 30^\circ$ ;  $c' = 2,5 \text{ kN/m}^2$

In Anlehnung an das FGSV-Merkblatt über Böschungen im Lockergestein (M BLG 2021) wurden für die nichtbindigen Böden der MS 3.1 und MS 3.2 entgegen der Angaben in [U 2] eine Kapillarkohäsion  $c' = 1,0 \text{ kN/m}^2$  angesetzt.

## 4.2 Bohrpfahlkennwerte (Spitzendruck und Mantelreibung)

Die für die Bemessung der Trägerfüße (Nachweis vertikaler Tragfähigkeit) verwendeten, charakteristischen Bohrpfahlkennwerte sind vom Aufsteller auf Basis der Bodenbeschreibungen in [U 2] Erfahrungswerte in Anlehnung an die EA-Pfähle (2012) [U 4.1] gewählt worden und in nachfolgender Tabelle 2 zusammengestellt:

Schicht	Bodenart	Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Lage zur Baugruben- sohle
MS 1	Auffüllboden	-	-	oberhalb
MS 2.1	Auelehm, Holozän	-	40,0	ober- und unterhalb
MS 2.2	Auesand, Holozän	-	60,0	ober- und unterhalb
MS 3.1	Kies, Quartär	0,9 / 1,2 / 2,0 <sup>1)</sup>	100,0	ober- und unterhalb
MS 3.2	Sand, Quartär	0,8 / 1,0 / 1,5 <sup>1)</sup>	80,0	ober- und unterhalb
MS 4	Feinsand, Tertiär	0,7 / 0,9 / 1,2 <sup>1)</sup>	70,0	unterhalb

<sup>1)</sup> Pfahlsitzenwiderstände für bezogene Pfahlkopfsetzungen  $s/D_s = 0,02 / 0,03 / 0,10$  ( $= s_g$ )

Tabelle 2: Charakteristische Werte für den Pfahlsitzenwiderstand sowie die Pfahlmantelreibung für Bohrpfähle / Trägerfüße nach [U 4.1]

Für die vorgebohrten Trägerfüße sind unter Beachtung der DIN EN 1536 folgende Vorgaben und Herstellungstoleranzen einzuhalten:

- erschütterungsarmes, vorzugsweise verrohrtes Drehbohrverfahren,
- Lageabweichung Ansatzpunkt in Höhe Arbeitsebene:  $e \leq 0,10$  m (für  $D \leq 1,0$  m)
- Neigungsabweichung vertikaler Träger:  $n \geq 15$  ( $\theta \geq 86^\circ$ );  $i \leq 0,02$  (2 cm/m),
- Abweichung der Mitte von Aufweitungen zur Trägerachse:  $e \leq 0,1 \times D$ .

### 4.3 Kennwerte für Verpressanker

Krafteintragungslänge $l_0$ (Verpresskörperlänge)	charakteristische Ankerlast $A_{E,k}$ [kN] <sup>1)</sup>	
	MS 3.1 (Kies, Quartär) ( $\geq 1 \times$ Nachverpressen)	MS 3.2 (Sand, Quartär) ( $\geq 1 \times$ Nachverpressen)
5 m	800	400
6 m	900	450
7 m	950	500

<sup>1)</sup> angegebene, charakteristische Ankerlast bezieht sich auf einen Verpresskörperdurchmesser von ca. 150 mm

Tabelle 3: Kennwerte für die äußere Tragfähigkeit von Verpressankern auf Grundlage der Angaben in [U 5]

Die angegebenen charakteristischen Ankerlasten der äußeren Tragfähigkeit beruhen auf Richt- und Erfahrungswerten für nichtbindige Böden nach OSTERMAYER, welche u. a. in [U 5] angegeben sind. Sie dienen lediglich der Vorbemessung. Die Bestimmung der tatsächlichen Tragfähigkeit Verpresskörper / Boden muss grundsätzlich durch Zugversuche auf der Baustelle (zumindest Abnahmeprüfungen) erfolgen. Alle Anker sind  $\geq 1 \times$  nachzuverpressen, um die ermittelten Gebrauchslasten der Anker sicher erreichen zu können.

Hinsichtlich der Herstellung und der Ausführungsvoraussetzungen für Verankerungen sind die Anforderungen gemäß DIN EN 1537 zu beachten. Als geometrische Randbedingungen für die Verpressanker in Anlehnung an frühere Vorgaben der DIN 4125 (veraltet) sind einzuhalten:

- Krafteintragungslänge  $\geq 5,0$  m,
- freie Ankerlänge  $\geq 5,0$  m,
- mittlere Überdeckung Verpresskörper  $\geq 4,0$  m,
- minimaler Abstand der Verpresskörper zu benachbarten Gebäudeteilen  $\geq 3,0$  m,
- Abstand Verpresskörper untereinander  $\geq 1,5$  m,
- Abstand freie Ankerlänge zu Leitungen und Bauteilen  $\geq 1,0$  m.

Bei der Anordnung der Verpressanker sollte möglichst vermieden werden, dass die Ankerverpressstrecken Baugrundsichtgrenzen schneiden, was in der Realität nicht immer gewährleistet werden kann. Hieraus und aufgrund der geometrischen und statischen Anforderungen ergeben sich **Ankerlängen von ca. 10,0 m (Verpressstrecke  $\geq 5,0$  m)** bei **Ankerneigungen von ca. 17,5° bis 20,0°** (ggf. Verschwenkung infolge vorhandenem und geplanten Leitungsbestand bzw. im Bereich von Bestandsgebäuden).

Die ausgewiesene, resultierende Gebrauchslast der äußeren Tragfähigkeit der Verpressanker in dieser Statik dient lediglich der Vorbemessung. Die Bestimmung der tatsächlichen Tragfähigkeit Verpresskörper / Boden muss grundsätzlich durch Zugversuche auf der Baustelle (zumindest Abnahmeprüfungen) erfolgen. Alle Anker sind  $\geq 1$  x nachzuverpressen, um die ermittelten Gebrauchslasten der Anker sicher erreichen zu können.

Die fachgerechte Einbindung der Anker in die Schichten MS 3.1 und MS 3.2 sollte durch den geotechnischen Sachverständigen baubegleitend geprüft werden.

#### 4.4 Baustoffe

Für die Planung und Bemessung der Bauteile der Trägerbohlwände wurden folgende Baustoffe gewählt:

##### Bohlträger:

Profile	HEB 260 und HEB 300 (freistehend) sowie ]I 180 und ]I 200 (rückverankert)
Stahlgüte	S 235

##### Trägerfuß:

Magerbeton	$\geq$ C 12/15 (bei Nachweis ggf. auch geringer)
------------	--

##### Holzausfachung:

Festigkeitsklasse	$\geq$ C24
Stärke Kantholz	d $\geq$ 8,0 (freistehend) bzw. d $\geq$ 12,0 cm (rückverankert)

##### Verankerung:

Injektionsanker	Litzenanker (z. B. DYWIDAG, R. Münch oder vglb.)
Stahlgüte	St 1570/1770
Nenn Durchmesser pro Litze	0,6"
Last an Streckgrenze pro Litze	$F_{p0,1k} = 218$ kN
Bemessungswiderstand pro Litze	$R_{i,d} = 190$ kN
Verpresskörper-Ø	$\geq 150$ mm

## 5 BERECHNUNGSANSÄTZE

### 5.1 Berechnungsschnitte

Die Berechnungsschnitte der einzelnen Verbauabschnitte (VA) für die beiden Baugruben (Erweiterungsbau Schule und Sporthalle) werden aus den vorhandenen Schnitten in [U 1.1], den unterschiedlichen Aushubtiefen sowie den variierenden Randbedingungen an den Baugrubenrändern (Bestand, Belastungen etc.) abgeleitet und unter Berücksichtigung der jeweils nächstgelegenen Aufschlüsse aus [U 2] modelliert.

Die beiden Baugruben wurden vorerst in insgesamt **6 Verbauabschnitte** unterteilt; siehe Lageplan in Anlage 1.

## 5.2 Erddruck

Die freistehenden Trägerbohlwände der Baugrube für den Erweiterungsbau der Schule (VA 1 bis VA 2b) werden ausschließlich auf **klassischen, aktiven Erddruck** bemessen.

Die rückverankerten Verbauabschnitte der Baugrube für die Sporthalle (VA 3 bis VA 5) sind aufgrund der annähernd unnachgiebigen Konstruktion im Endzustand auf **erhöhten aktiven Erddruck**  $0,50 \times E_a + 0,50 \times E_0$  („Normalfall“) zu bemessen. Die Verpressanker werden auf 100 % der statischen Gebrauchslast vorgespannt.

Den Erddruckberechnungen wird nach DIN 4085 ein Wandreibungswinkel von  $2/3 \varphi'$  unterstellt. Bei bindigen Bodenarten wird eine Vergleichsrechnung mit dem Mindesterdrukbeiwert  $\min. k_{ah} = 0,2$  geführt.

## 5.3 Gebäude- und Oberflächenlasten

In Ermangelung detaillierter Angaben zur Baustelleneinrichtung und deren Lasten - wie beispielsweise notwendige Fahrzeuglasten, Hebezeuge, Bagger, evtl. Ziehgeräte oder Lastzüge - wird vorerst ein konservativer Lastansatz nach [U 4.2] bzw. dem nachfolgenden Bild 1 gewählt.

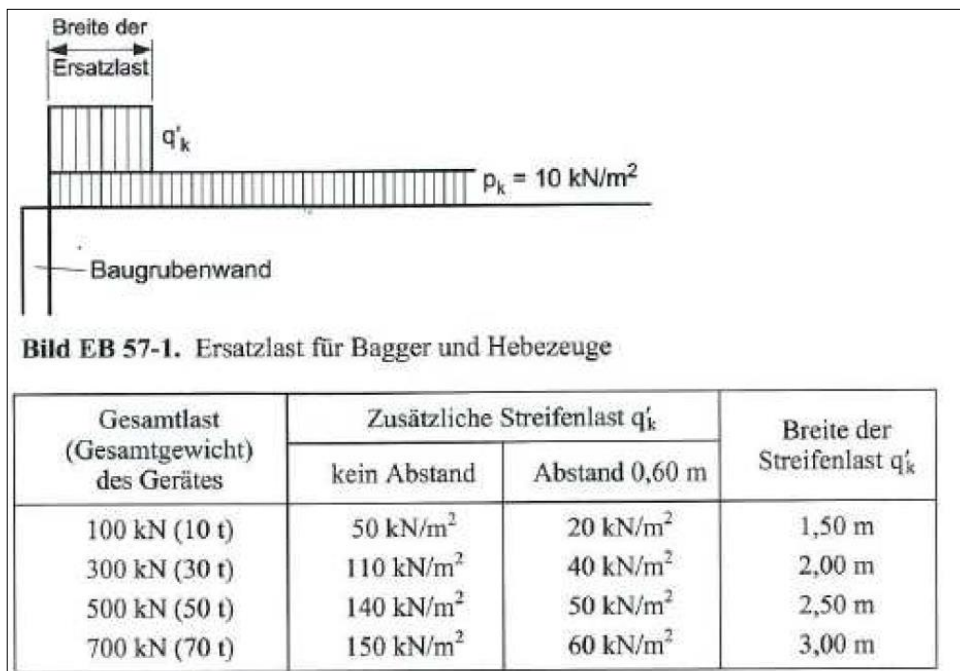


Bild 1: Ersatzlast für Bagger und Hebezeuge aus [U 4.2]

In den **Verbauabschnitten VA 1 bis VA 2b** wird dieser als 2,0 m breite Blocklast von  $q'_k = 40 \text{ kN/m}^2$  (entspricht einem Gerät mit einer Gesamtlast von 30 t, welches einen Abstand zum Verbau von mindestens 0,6 m einhält) angesetzt.

Die angegebenen Mindestabstände zur Böschungs- bzw. Verbauoberkante gelten sinngemäß auch für Silos und weitere Stapel- und Schüttgüter.

Im **Verbauabschnitt VA 5** ist nur wenig Platz zur Grundstücks- und somit Baufeldgrenze vorhanden. Es wird daher davon ausgegangen, dass in diesem Bereich vorerst nur sehr geringe Verkehrslasten bis max.  $2,0 \text{ kN/m}^2$  zu berücksichtigen sind. Zusätzlich werden für die benachbarten Gebäude an der Südseite (Garagen, Schuppen etc.) Plattengründungen mit Gebäude-lasten von ca.  $10 \text{ kN/m}^2$  unterstellt und in den Berechnungen mit dem jeweils geringsten Abstand zur Baugrube berücksichtigt.

An der Westseite der Baugrube für die Sporthalle ist im **Verbauabschnitt VA 3** ein Kranstandort vorgesehen. Da bisher lediglich die Angaben zur max. Auslegerlänge von ca. 40 m bekannt sind, wurde aus dem Datenblatt eines vergleichbaren Krans eine mittlere Flächenlast je Fuß von vorerst etwa  $40 \text{ kN/m}^2$  abgeleitet (Annahme: frostfreie Gründung auf Fahrbahnplatten aus Stahlbeton). Der erforderliche Mindestabstand zur hier geplanten Kopfböschung wurde vorerst mit  $\geq 1,0 \text{ m}$  angesetzt. Die vorgenannten Angaben sind anhand von Datenblättern für Krane in der Ausführungsplanung **zwingend** zu konkretisieren.

Für den **Verbauabschnitt VA 4** wird davon ausgegangen, dass gemäß dem aktuellen Baugrubenplan [U 1.2] eine Zufahrtsrampe zur Baugrube der Sporthalle von Osten vorgesehen ist und somit keine Bagger und Hebezeuge die Kopfböschung des Baugrubenverbau belasten. Für sonstige Lager- und Bereitstellungsflächen wird daher vorerst eine gleichmäßige Verkehrslast von  $10,0 \text{ kN/m}^2$  in einem Abstand von ca. 1,0 m von der geplanten Kopfböschung angesetzt.

#### 5.4 Wasserdruck

Der Bemessungswasserstand (HGW) ist nach [U 2] bei 119,50 m NHN und damit ca. 2,5 bis 3,0 m unter Gelände angegeben. Erkundungsaktuell schwankte der Grundwasserstand in zwischen 4,6 und 5,1 m unter GOK (entspricht i. M. 117,3 bis 117,7 m NHN). Der höchste MHGW der benachbarten Grundwassermessstelle (ca. Hauptstr. 57) liegt bei 118,06 m NHN; der Wasserstand der B 1/24 bei ca. 117,92 m NHN.

Die tiefste Baugrubensohle im Bereich der Sporthalle ist planungsseitig mit 117,85 m NHN eingestellt und liegt somit in o. g. Grundwasserschwankungsbereichen. Da Trägerbohlwände konstruktionsbedingt wasserdurchlässig sind, kann sich hinter ihnen kein Wasser anstauen. Ein Wasserdruckansatz oberhalb der Baugrubensohle wird aus den vorliegenden Erkenntnissen in [U 2] somit nicht abgeleitet.

Mit Hilfe einer offenen Wasserhaltung ist zu gewährleisten, dass der Grundwasserstand in den Baugruben temporär bei mindestens 0,5 m unter Baugrubensohle gehalten wird, um eine fachgerechte Verdichtung der Gründungssohlen für die Gebäude zu ermöglichen.

### 5.5 Lastbilder

Für die Verbauabschnitte ohne Rückverankerung (VA 1 bis VA 2b) wird mit der klassischen Verteilung der Erddrücke gerechnet. Bei dem gewählten, erhöhten aktiven Erddruckansatz in den rückverankerten Verbauabschnitten VA 3 bis VA 5 erfolgt eine rechteckförmige Erddruckumlagerung nach [U 4.2].

Alle Auflasten werden nicht umgelagert und dem Erddruck aus Bodeneigengewicht hinzuge-rechnet.

## 6 DURCHGEFÜHRTE NACHWEISE

Die hier durchgeführten Berechnungen dienen einer Vordimensionierung im Rahmen der **Entwurfs- und Genehmigungsplanung** und kalkulativen Mengenermittlung für erste Kostenberechnungen; darüber hinaus zur Definition wichtiger geotechnischer Berechnungsannahmen. Eine Optimierung der Verbauelemente im Rahmen der Ausführungsplanung (z. B. durch eine Verfeinerung der Berechnungsschnitte, detaillierte Lastannahmen etc.) kann wirtschaftlich sinnvoll sein und durch das ausführende Unternehmen geprüft werden.

Generell wurden die Nachweise für die Trägerbohlwand im Grenzzustand GEO-2 / STR (früher: GZ 1B) und mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach DIN 1054:2021-04. Für die bauzeitliche Aushubsituation ist die Bemessungssituation BS-T zugrunde gelegt worden. Normenkonform erfolgt die Bemessung der Verpressanker für die Baugrube Sporthalle im Endaushubzustand in der Bemessungssituation BS-P mit den zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten (vgl. DIN 1054:2021-04, A 9.7.1.3, A (5)).

Bei den mit Hilfe der GGU-Software "RETAIN" in der Version 11.34 / 29.04.2024 durchgeführten Berechnungen wurden folgende programminterne Nachweise bzw. Berechnungen im Endzustand der Baugrube geführt:

- Ermittlung der statisch erforderlichen Einbindetiefe,
- Verformungsermittlung,
- Berechnung und Nachweis "Tiefe Gleitfuge" für Rückverankerungen,
- Nachweis Innere Tragfähigkeit,
- Bemessung der Tragelemente und Ausfachungen,
- Nachweis  $\Sigma H$ ,
- Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit ( $\Sigma V$ ),
- Nachweis hydraulischer Grundbruch und Aufbruchsicherheit (nicht relevant).



## **6.1 Nachweis „Tiefe Gleitfuge“**

Nach EAB EB 44 [U 4.2] ist bei rückverankerten Baugrubenwänden der Nachweis der Standsicherheit in der "Tiefen Gleitfuge" zu führen. Er dient in erster Linie der Ermittlung der statisch erforderlichen Ankerlängen sowie dem Nachweis einer zweckmäßigen Ankerneigung. Der Nachweis erfolgt dabei nach *RANKE / OSTERMAYER*.

Beim Nachweis in der "Tiefen Gleitfuge" wird zunächst jeder Anker (einschließlich der Wirkung der restlichen Anker auf diese Gleitfuge) untersucht. Anschließend werden zusammengesetzte Gleitfugen, die sich aus der Verbindung von den beteiligten Ankerendpunkten ergeben, berechnet.

Die in den Berechnungsprotokollen ausgewiesenen Verpressankerlängen beziehen sich auf den Abstand von Ankerkopf bis zur Mitte der Verpressstrecke, so dass den angegebenen Werten das Maß für die halbe Verpressstrecke hinzuzurechnen ist. In der Grafikausgabe der Berechnungsausdrucke ist dies bereits berücksichtigt.

## **6.2 Geländebruchsicherheit**

Gemäß EAB (EB 45) [U 4.2] ist neben dem Nachweis der Standsicherheit in der "Tiefen Gleitfuge" vor allem bei rückverankerten Baugrubenwänden grundsätzlich auch der Nachweis der Geländebruchsicherheit zu erbringen.

Die Geländebruchsicherheit für alle Verbauabschnitte ist nach DIN EN 1997-1 (EC 7) mit den Teilsicherheitsfaktoren für den Grenzzustand GEO-3, Bemessungssituation BS-T, nach DIN 1054:2021-04 ermittelt worden. Der Nachweis wurde in einer externen Rechnung nach Datenexport mit den gewählten Einbindetiefen mittels der GGU-Software "STABILITY" in der Version 14.22 / 23.07.2024 geführt. Der Fußpunkt des Gleitkreises ist i. d. R. am Verbaufuß festzulegen.

Die Geländebruchsicherheit wird in der Regel nur dann maßgebend, wenn höhere Auflasten im Bereich der Verpressstrecken (z. B. Hebezeuge etc.) vorhanden sind und unmittelbar hinter dem Verbau das Gelände unbelastet ist. Diese Randbedingungen sind bei den hier betrachteten Verbauten i. d. R. gegeben.

## 7 ZUSAMMENSTELLUNG BERECHNUNGSERGEBNISSE

Verbaubauschnitt	VA 1 Erweiterungsbau Schule (Westseite)	VA 2a Erweiterungsbau Schule (Ostseite)	VA 2b Erweiterungsbau Schule (Nordostecke)	VA 3 Neubau Sporthalle + Mensa (Westseite mit Kran)	VA 4 Neubau Sporthalle + Mensa (Südwestseite)	VA 5 Neubau Sporthalle + Mensa (Südseite)
Verbaubaut	freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,6 m) und Holzausfachung	freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,5 m) und Holzausfachung	freistehende Trägerbohlwand und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,9 m) und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,9 m) und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 1,0 m) und Holzausfachung
max. Baugrubentiefe	≤ 2,35 m	≤ 2,25 m	≤ 2,15 m	≤ 4,55 m	≤ 4,55 m	≤ 4,60 m
max. Verbauböhe	ca. 1,75 m	ca. 1,75 m	ca. 2,15 m	ca. 3,65 m	ca. 3,65 m	ca. 3,65 m
ca. Verbaulänge (in Achse)	58,0 m	25,0 m	8,5 m	9,0 m	10,0 m	33,5 m
<b>Trägerbohlwand</b>						
Stahlprofil / Stahlgüte	HEB 260	HEB 260	HEB 300	II 200	II 180	II 180
Länge Bohlträger	≥ 5,65 m	≥ 5,80 m	≥ 6,70 m	≥ 6,65 m	≥ 6,45 m	≥ 6,40 m
Einbindetiefe unter Baugrubensohle	≥ 3,90 m	≥ 4,05 m	≥ 4,55 m	≥ 3,00 m	≥ 2,80 m	≥ 2,75 m
Abstand Bohlträger	≤ 2,00 m	≤ 2,00 m	≤ 2,00 m	≤ 3,00 m	≤ 3,00 m	≤ 3,00 m
<b>Rückverankerung</b>						
Stahlzugglied / Stahlgüte	-	-	-	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6"	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6"	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6"
Länge Verpressanker	-	-	-	10,0 m <sup>2)</sup>	10,0 m <sup>2)</sup>	10,0 m <sup>2)</sup>
Neigung Verpressanker	-	-	-	20,0°	20,0°	20,0°
Verpressstrecke	-	-	-	≥ 5,0 m	≥ 5,0 m	≥ 5,0 m
vorn. / zul. Ankerkraft (Bemessungswert) <sup>1)</sup>	-	-	-	241,2 kN / 365,2 kN	228,4 kN / 365,2 kN	218,8 kN / 365,2 kN
<b>Ausfachung</b>						
Holzausfachung: Festigkeitsklasse / Einbaustärke	C 24 ca. 8,0 cm	C 24 ca. 8,0 cm	C 24 ca. 8,0 cm	C 24 ca. 12,0 cm	C 24 ca. 12,0 cm	C 24 ca. 12,0 cm

<sup>1)</sup> zul. Ankerkraft aus *innerer* / *äußerer* Tragfähigkeit (kleinerer Wert maßgebend)

<sup>2)</sup> entspricht Länge Anker von Verbaubause bis Ende Verpresskörper

Tabelle 4: Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse

## 8 MENGEN- UND MASSENERMITTLUNG VERBAU

Verbaueschnitt	VA 1 Erweiterungsbau Schule (Westseite)	VA 2a Erweiterungsbau Schule (Ostseite)	VA 2b Erweiterungsbau Schule (Nordostecke)	VA 3 Neubau Sporthalle + Mensa (Westseite mit Kran)	VA 4 Neubau Sporthalle + Mensa (Südwestseite)	VA 5 Neubau Sporthalle + Mensa (Südseite)
Verbaut	freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,6 m) und Holzausfachung	freistehende Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,5 m) und Holzausfachung	freistehende Trägerbohlwand und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,9 m) und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 0,9 m) und Holzausfachung	1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopfböschung (45° ≤ 1,0 m) und Holzausfachung
max. Baugrubentiefe	≤ 2,35 m	≤ 2,25 m	≤ 2,15 m	≤ 4,55 m	≤ 4,55 m	≤ 4,60 m
max. Verbauhöhe	ca. 1,75 m	ca. 1,75 m	ca. 2,15 m	ca. 3,65 m	ca. 3,65 m	ca. 3,65 m
ca. Verbaulänge (in Achse)	58,0 m	25,0 m	8,5 m	9,0 m	10,0 m	33,5 m
<b>Trägerbohlwand</b>						
HEB 260, S 235	29 Stück á 5,65 m <b>L<sub>ges</sub> = 163,9 m</b>	12 Stück á 5,80 m <b>L<sub>ges</sub> = 69,6 m</b>				
HEB 300, S 235			5 Stück á 6,70 m <b>L<sub>ges</sub> = 33,5 m</b>			
II 180, S 235				3 Stück á 6,45 m <b>L<sub>ges</sub> = 19,4 m</b>		12 Stück á 6,40 m <b>L<sub>ges</sub> = 76,8 m</b>
II 200, S 235				4 Stück á 6,65 m <b>L<sub>ges</sub> = 26,6 m</b>		
<b>Rückverankerung</b>						
Verpressanker / Verpressstrecke (z. B. System DYWIDAG, R. Münch o. vglb.)				St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 4 St. á 10,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 40,0 m</b>	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 3 St. á 10,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 30,0 m</b>	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 11 St. á 10,0 m <b>L<sub>ges</sub> = 110,0 m</b>
<b>Ausfachung</b>						
Holzausfachung, d = 8 cm	ca. 101,5 m <sup>2</sup>	ca. 43,8 m <sup>2</sup>	ca. 18,3 m <sup>2</sup>			
Holzausfachung, d = 12 cm				ca. 32,9 m <sup>2</sup>	ca. 36,5 m <sup>2</sup>	ca. 122,3 m <sup>2</sup>
<b>Kopfböschung (45°)</b>						
max. Böschungshöhe	0,6 m	0,5 m	-	0,9 m	0,9 m	1,0 m
Kubatur Aushub Kopfböschung	ca. 10,5 m <sup>3</sup>	ca. 3,2 m <sup>3</sup>	-	ca. 3,7 m <sup>3</sup>	ca. 4,1 m <sup>3</sup>	ca. 16,8 m <sup>3</sup>
<b>Ansichtfläche / Abwicklung Verbau</b>						
freistehende Trägerbohlwand		ca. 163,6 m <sup>2</sup>				
1-fach rückverankerte Trägerbohlwand					ca. 191,7 m <sup>2</sup>	
Gesamtansichtfläche Baugruberverbau				ca. 355,3 m <sup>2</sup>		

Tabelle 5: Mengen- und Massenermittlung Baugrubensicherung

## 9 KOSTENBERECHNUNG

Für die geplante Baugrubensicherung bzw. den Baugrubenverbau wurden anhand der vorgeannten Mengen- und Massenermittlung auf Grundlage aktueller Baupreise vergleichbarer Verbaumaßnahmen der Jahre 2023 und 2024 die Kosten abgeschätzt und als Kostenberechnung in der Anlage 4 beigefügt.

Die Aufwendungen für den erforderlichen Erdaushub (inkl. Kopfböschungen) sowie dessen Verwertung / Entsorgung sind in der Kostenberechnung nicht enthalten. Die Wasserhaltungsmaßnahmen wurden vorerst mit einem nur sehr grob abgeschätzten Aufwand berücksichtigt. Genauere Kosten hierzu können bei Bedarf in Vorbereitung der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis ermittelt werden.

Es ist anzumerken, dass aufgrund der aktuellen Marktlage und variierender, kaum vorhersagbarer Materialpreise nur bedingt verlässliche Kalkulationen möglich sind. Wir schätzen die Genauigkeit der Kostenermittlung zu +/- 20 % ab. Gleiches trifft für die derzeit stark schwankenden Verwertungs- und Entsorgungskosten (Erdaushub) zu, welche jedoch nicht Bestandteil dieser Planungsunterlage sind.

In der Kostenberechnung ist der Rückbau des Trägerbohlverbaus (ggf. auch nur teilweise) im Zuge der Rohbauarbeiten vorerst nicht berücksichtigt.

## 10 GENEHMIGUNGSVERFAHREN

Ein detaillierter Zeitplan für das Baugenehmigungsverfahren ist dem Aufsteller nicht bekannt.

Zur Baufeldfreimachung bzw. zur Beräumung des geplanten Baufeldes (z. B. Rückbau Oberflächenbefestigungen, Abschieben Oberboden und Baumfällungen) liegen uns aktuell keine Informationen vor.

Die hier geplanten Arbeiten zur Herstellung der Baugrubensicherung sollen nach derzeitigem Kenntnisstand als separates vorgezogenes Los ausgeschrieben und realisiert werden. Sie sind genehmigungspflichtig. Noch ist nicht geklärt, ob oder inwieweit diese Arbeiten ggf. über die Baugenehmigung oder eine Teilbaugenehmigung beschieden werden.

Unabhängig vom Genehmigungsprozess müssen thematisch die folgenden Abstimmungen zu den Spezialtiefbauarbeiten vorgenommen werden:

### Wasserrechtliche Erlaubnis

Der Antrag zum Eingriff in das Grundwasser ist vom jeweiligen Tiefbauunternehmen bzw. dessen Wasserhaltungsfirma (i. d. R. Nachunternehmer) zu stellen.

Im Vorfeld sollen aber bereits wesentliche Randbedingungen mit der zuständigen Wasserbehörde abgeklärt werden. Hierzu zählen die Abstimmung zu möglichen Einleitstellen, zu voraussichtlich anfallenden Wassermengen und deren chemischen Eigenschaften sowie zu sonstigen Genehmigungsaufgaben.

Der Stand der Abstimmungen hierzu ist nicht bekannt. Die gegenständliche Entwurfs- und Genehmigungsplanung kann jedoch die als Grundlage hierfür verwendet werden.

### Verkehrsrechtliche Erlaubnis

Im Vorfeld der Tiefbaumaßnahmen sollten die Möglichkeiten der Inanspruchnahme öffentlicher Verkehrsflächen (z. B. Gehwege in der Schulstraße oder Zufahrten von der Hauptstraße aus) mit dem zuständigen Verkehrs- und Tiefbauamt besprochen werden. Für den Spezialtiefbau wird i. d. R. kein Baukran notwendig – diesbezügliche Aufstellmöglichkeiten sind für den Rohbau rechtzeitig zu planen.

Es ist abzustimmen, welche Zu- und Ausfahrten zur Baustelle notwendig und genehmigungsfähig sind. Ergebnisse dieser Abstimmungen sind uns bisher nicht bekannt.

### Gestattungsverträge / Nutzungsentgelte

Nach derzeitigem Kenntnisstand liegt die geplante Baugrube vollständig innerhalb des Grundstücks des Bauherren. Gestattungen oder Nutzungsentgelte an Nachbarn bzw. Dritte sind voraussichtlich für die nachfolgenden, angrenzenden Grundstücke abzusehen; hier v. a. **Anke-reinleitgenehmigungen** (i. d. R. gebührenpflichtig):

- **Nordseite Baugrube Sporthalle:**  
Nutzung Freiflächen / Sicherung Baum- und Gehegebestand  
Grundstück: Hauptstraße 47
  
- **Südseite Baugrube Sporthalle:**  
Einleitung Verpressanker VA 5  
Grundstücke: Martin-Luther-Straße Nr. 7b und Hauptstraße Nr. 50

Die Inanspruchnahme des Grundstücks Hauptstraße 47 durch die geplante Baugrubenböschung ist bereits vorabgestimmt. Der durch die Maßnahme betroffene Baum an der Nordwestecke sowie das Kleintiergehege an der Nordostecke der Baugrube Sporthalle werden im Zuge der Bauausführung konstruktiv gesichert. Zudem wird die Geländeoberfläche im Rahmen der Baugrubenverfüllung wieder analog zum Urzustand wiederhergestellt und der Zaun neu aufgebaut.

Zur Vermeidung etwaiger Ansprüche des südöstlichen Nachbarn (Hauptstraße Nr. 51 A) wurde für den östlichen Bohlträger des Verbauabschnittes VA 5 keine Rückverankerung vorgesehen, da dieser am Böschungskopf der Ostböschung mit nur sehr geringer freier Höhe angeordnet ist.

### Bautechnische Prüfung

Das Bauvorhaben ist ein sogenannter „Sonderbau“ und somit prüfpflichtig. Vom zuständigen Bauamt wird der Prüflingenieur nach derzeitiger Kenntnis wie folgt beauftragt:

IBSDK - Schneider und Sickert Ingenieurpartnerschaft mbB  
Ingenieurbüro Statik, Dynamik und Konstruktion  
Prüflingenieure für Standsicherheit, Beratende Ingenieure für Bauwesen  
Hauptstraße 36, 01097 Dresden bzw.  
Markt 22, 01744 Dippoldiswalde

Tel.: 0351 / 81060663 bzw. 03504 / 6115700

### Bestätigung der Munitionsfreiheit

Für Spezialtiefbauunternehmen ist es obligatorisch, zu Beginn der Maßnahme eine diesbezügliche Bestätigung über Munitionsfreiheit beim Bauherrn einzuholen. Diese ist spätestens im Zuge der Ausschreibung bzw. der Auftragsvergabe dem Spezialtiefbauunternehmen zu übergeben.

## 11 HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN

Es wird bei den hier ausgeführten statischen Berechnungen auf deren Charakter einer Entwurfs- und Genehmigungsplanung hingewiesen. Die Ergebnisse sind - nach erfolgter bauaufsichtlicher Prüfung - Grundlage für die Erstellung der Ausführungsplanung. Sie dienen der Mengen- und Massenermittlung sowie der Definition wichtiger geotechnischer Randbedingungen für die Ausschreibung, von denen nur nach Rücksprache mit dem Aufsteller abgewichen werden darf.

Im Rahmen der Bauausführung sind die sicheren Einbindungen der Bohlträger in die ausgewiesenen, tragfähigen Schichten (MS 3.1 und MS 3.2) durch einen geotechnischen Sachverständigen zu überwachen.

aufgestellt durch GNW GmbH

**Dipl.-Ing. Ingo Hartmann-Müller**

Fachbereichsleiter Verkehrswegebau

**Dipl.-Ing. Dirk Lüdemann**

Projektleiter /  
Prüfsachverständiger für Erd- und Grundbau



### Verteiler

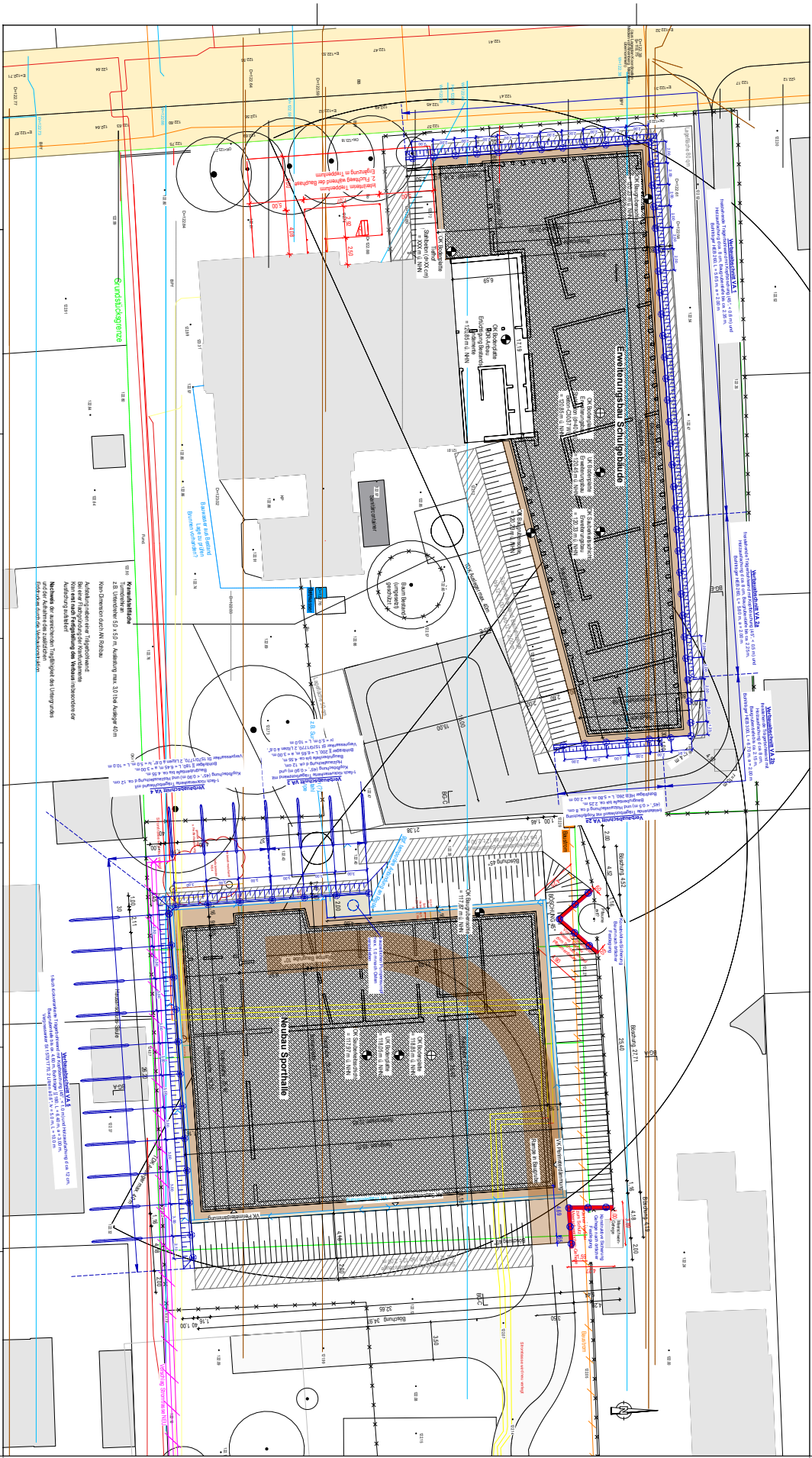
- 1 x Schulverein Lernwelten e. V., Großdeuben, Herrn Bodach (nur digital)
- 2 x Schoener und Panzer Architekten, Herrn Haunstein (zzgl. 1 x digital)

***ANLAGEN***

***224 041***

***Genehmigungsplanung***





**Zusatzblatt** Blatt 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

<b>Genehmigungsplanung</b>	
1	Plan
2	Plan
3	Plan
4	Plan
5	Plan
6	Plan
7	Plan
8	Plan
9	Plan
10	Plan
11	Plan
12	Plan
13	Plan
14	Plan
15	Plan
16	Plan
17	Plan
18	Plan
19	Plan
20	Plan
21	Plan
22	Plan
23	Plan
24	Plan
25	Plan
26	Plan
27	Plan
28	Plan
29	Plan
30	Plan
31	Plan
32	Plan
33	Plan
34	Plan
35	Plan
36	Plan
37	Plan
38	Plan
39	Plan
40	Plan
41	Plan
42	Plan
43	Plan
44	Plan
45	Plan
46	Plan
47	Plan
48	Plan
49	Plan
50	Plan
51	Plan
52	Plan
53	Plan
54	Plan
55	Plan
56	Plan
57	Plan
58	Plan
59	Plan
60	Plan
61	Plan
62	Plan
63	Plan
64	Plan
65	Plan
66	Plan
67	Plan
68	Plan
69	Plan
70	Plan
71	Plan
72	Plan
73	Plan
74	Plan
75	Plan
76	Plan
77	Plan
78	Plan
79	Plan
80	Plan
81	Plan
82	Plan
83	Plan
84	Plan
85	Plan
86	Plan
87	Plan
88	Plan
89	Plan
90	Plan
91	Plan
92	Plan
93	Plan
94	Plan
95	Plan
96	Plan
97	Plan
98	Plan
99	Plan
100	Plan

**Genehmigungsplanung**

1. Plan

2. Plan

3. Plan

4. Plan

5. Plan

6. Plan

7. Plan

8. Plan

9. Plan

10. Plan

11. Plan

12. Plan

13. Plan

14. Plan

15. Plan

16. Plan

17. Plan

18. Plan

19. Plan

20. Plan

21. Plan

22. Plan

23. Plan

24. Plan

25. Plan

26. Plan

27. Plan

28. Plan

29. Plan

30. Plan

31. Plan

32. Plan

33. Plan

34. Plan

35. Plan

36. Plan

37. Plan

38. Plan

39. Plan

40. Plan

41. Plan

42. Plan

43. Plan

44. Plan

45. Plan

46. Plan

47. Plan

48. Plan

49. Plan

50. Plan

51. Plan

52. Plan

53. Plan

54. Plan

55. Plan

56. Plan

57. Plan

58. Plan

59. Plan

60. Plan

61. Plan

62. Plan

63. Plan

64. Plan

65. Plan

66. Plan

67. Plan

68. Plan

69. Plan

70. Plan

71. Plan

72. Plan

73. Plan

74. Plan

75. Plan

76. Plan

77. Plan

78. Plan

79. Plan

80. Plan

81. Plan

82. Plan

83. Plan

84. Plan

85. Plan

86. Plan

87. Plan

88. Plan

89. Plan

90. Plan

91. Plan

92. Plan

93. Plan

94. Plan

95. Plan

96. Plan

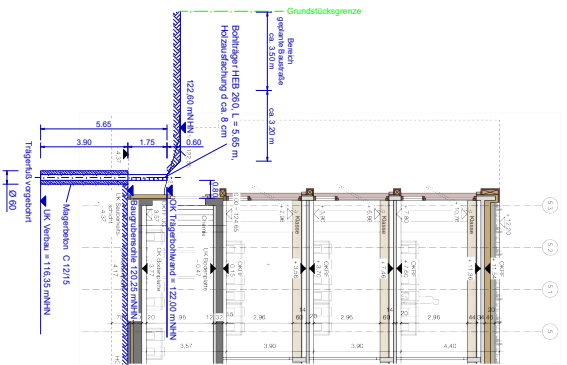
97. Plan

98. Plan

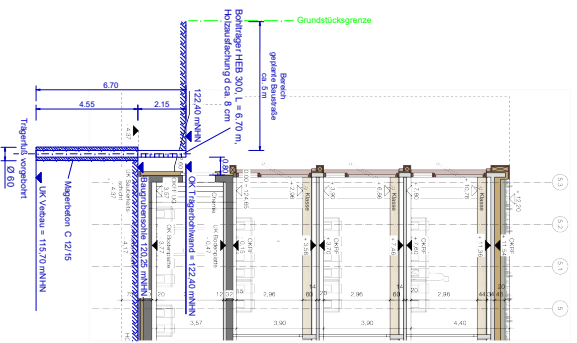
99. Plan

100. Plan

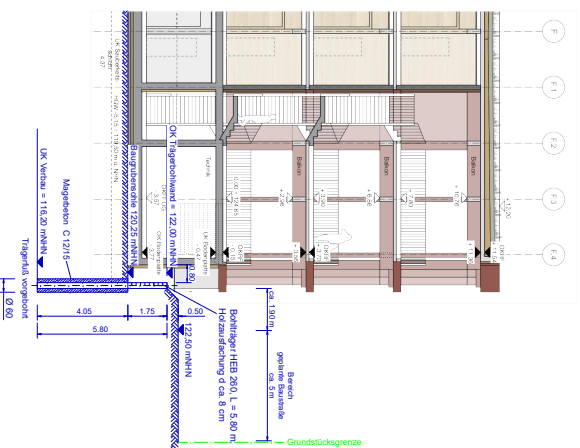
**Verbauchschnitt VA 1**  
M 1:100



**Verbauchschnitt VA 2b**  
M 1:100



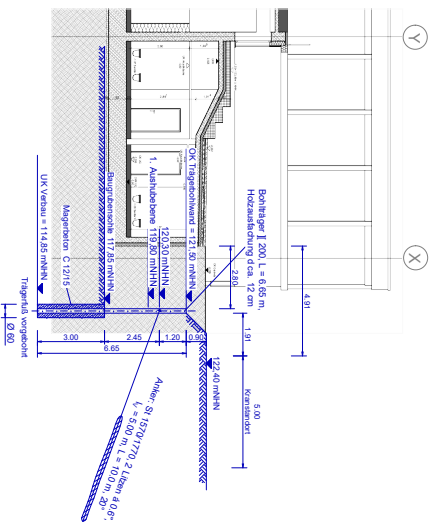
**Verbauchschnitt VA 2a**  
M 1:100



**Plangrundlage:** 241030\_LW\_50\_Serra\_Akquid  
241030\_LW\_50\_Serra\_CK\_MF  
Serra - Sanatorium  
Serra - Sanatorium  
Serra - Sanatorium  
Linnert St. Nr. 04177 Leipzig

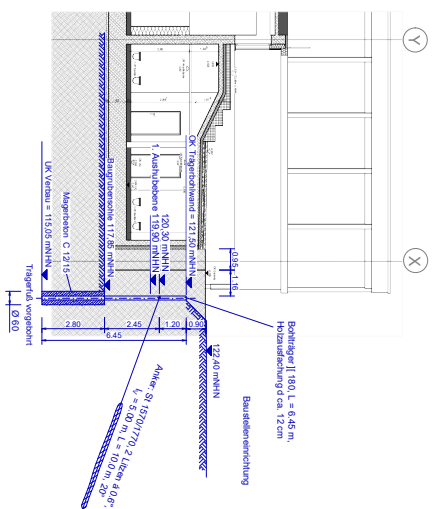
## Genehmigungsplanung

Nr.	Änderung	Datum
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		
i		
j		
k		
l		
m		
n		
o		
p		
q		
r		
s		
t		
u		
v		
w		
x		
y		
z		
aa		
ab		
ac		
ad		
ae		
af		
ag		
ah		
ai		
aj		
ak		
al		
am		
an		
ao		
ap		
aq		
ar		
as		
at		
au		
av		
aw		
ax		
ay		
az		
ba		
bb		
bc		
bd		
be		
bf		
bg		
bh		
bi		
bj		
bk		
bl		
bm		
bn		
bo		
bp		
bq		
br		
bs		
bt		
bu		
bv		
bw		
bx		
by		
bz		
ca		
cb		
cc		
cd		
ce		
cf		
cg		
ch		
ci		
cj		
ck		
cl		
cm		
cn		
co		
cp		
cq		
cr		
cs		
ct		
cu		
cv		
cw		
cx		
cy		
cz		
da		
db		
dc		
dd		
de		
df		
dg		
dh		
di		
dj		
dk		
dl		
dm		
dn		
do		
dp		
dq		
dr		
ds		
dt		
du		
dv		
dw		
dx		
dy		
dz		
ea		
eb		
ec		
ed		
ee		
ef		
eg		
eh		
ei		
ej		
ek		
el		
em		
en		
eo		
ep		
eq		
er		
es		
et		
eu		
ev		
ew		
ex		
ey		
ez		
fa		
fb		
fc		
fd		
fe		
ff		
fg		
fh		
fi		
fj		
fk		
fl		
fm		
fn		
fo		
fp		
fq		
fr		
fs		
ft		
fu		
fv		
fw		
fx		
fy		
fz		
ga		
gb		
gc		
gd		
ge		
gf		
gg		
gh		
gi		
gj		
gk		
gl		
gm		
gn		
go		
gp		
gq		
gr		
gs		
gt		
gu		
gv		
gw		
gx		
gy		
gz		
ha		
hb		
hc		
hd		
he		
hf		
hg		
hh		
hi		
hj		
hk		
hl		
hm		
hn		
ho		
hp		
hq		
hr		
hs		
ht		
hu		
hv		
hw		
hx		
hy		
hz		
ia		
ib		
ic		
id		
ie		
if		
ig		
ih		
ii		
ij		
ik		
il		
im		
in		
io		
ip		
iq		
ir		
is		
it		
iu		
iv		
iw		
ix		
iy		
iz		
ja		
jb		
jc		
jd		
je		
jf		
jj		
jk		
jl		
jm		
jn		
jo		
jp		
jq		
jr		
js		
jt		
ju		
jv		
jw		
jx		
ky		
kz		
la		
lb		
lc		
ld		
le		
lf		
lg		
lh		
li		
lj		
lk		
ll		
lm		
ln		
lo		
lp		
lq		
lr		
ls		
lt		
lu		
lv		
lw		
lx		
ly		
lz		
ma		
mb		
mc		
md		
me		
mf		
mg		
mh		
mi		
mj		
mk		
ml		
mm		
mn		
mo		
mp		
mq		
mr		
ms		
mt		
mu		
mv		
mw		
mx		
my		
mz		
na		
nb		
nc		
nd		
ne		
nf		
ng		
nh		
ni		
nj		
nk		
nl		
nm		
nn		
no		
np		
nq		
nr		
ns		
nt		
nu		
nv		
nw		
nx		
ny		
nz		
oa		
ob		
oc		
od		
oe		
of		
og		
oh		
oi		
oj		
ok		
ol		
om		
on		
oo		
op		
oq		
or		
os		
ot		
ou		
ov		
ow		
ox		
oy		
oz		
pa		
pb		
pc		
pd		
pe		
pf		
pg		
ph		
pi		
pj		
pk		
pl		
pm		
pn		
po		
pp		
pq		
pr		
ps		
pt		
pu		
pv		
pw		
px		
py		
pz		
qa		
qb		
qc		
qd		
qe		
qf		
qg		
qh		
qi		
qj		
qk		
ql		
qm		
qn		
qo		
qp		
qq		
qr		
qs		
qt		
qu		
qv		
qw		
qx		
qy		
qz		
ra		
rb		
rc		
rd		
re		
rf		
rg		
rh		
ri		
rj		
rk		
rl		
rm		
rn		
ro		
rp		
rq		
rr		
rs		
rt		
ru		
rv		
rw		
rx		
ry		
rz		
sa		
sb		
sc		
sd		
se		
sf		
sg		
sh		
si		
sj		
sk		
sl		



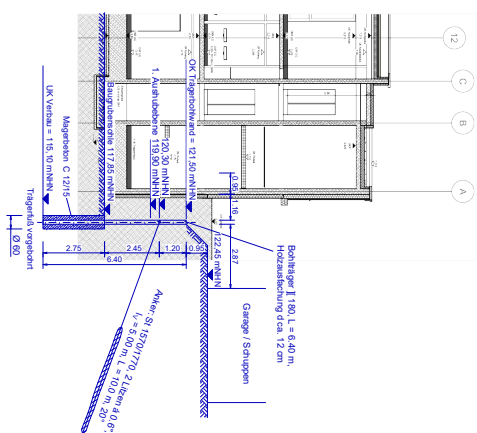
Osten  
**Verbauberschnitt VA 3**  
 M 1:100

Westen



Osten  
**Verbauberschnitt VA 4**  
 M 1:100

Westen



Norden  
**Verbauberschnitt VA 5**  
 M 1:100

Süden

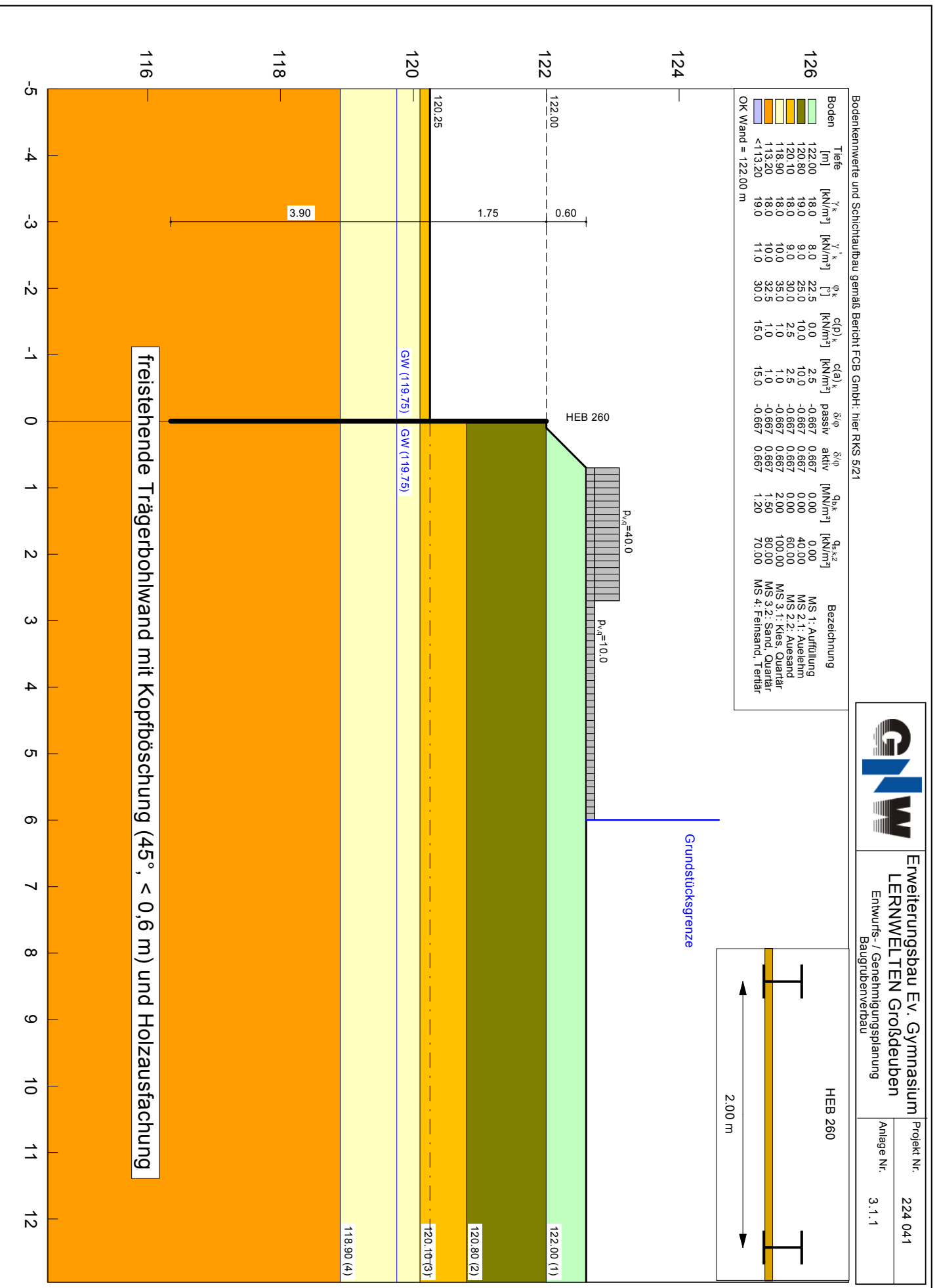
**Plangrundlage:** 24103, LW, StR SCHNITT A4 und B4 auf (neu) B43 und 24103, LW, StR SCHNITT C2 und D2 auf (neu) B 23) Sondern und Freize Kostplan 1 (2019) Nr. 01, 0110 51/99

## Genehmigungsplanung

Nr.	Änderung	Datum
a		
b		
c		
d		

Auftraggeber	Schulverein Lernwelten e. V.
Projektziele	Geotechnik Dr.-Norbert Weimar GmbH
Projekt	LEHRWELTEN   Erweiterungsbau Schule und Neubau Sportplatz mit Mensa, Großdeuben
Plan	Schulflügelanbau, Verbauberschnitte VA.3 bis VA.5 Neubau Sportplatz
Projekt-Nr.	224 04 1
gezeichnet	Kuhn
geprüft	Ludermann
Datum	05.11.2024
Ärtige	2.2

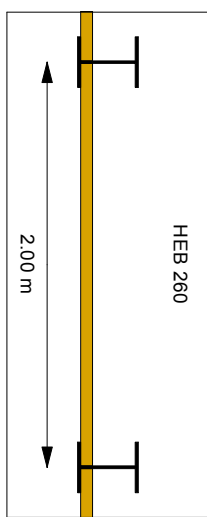
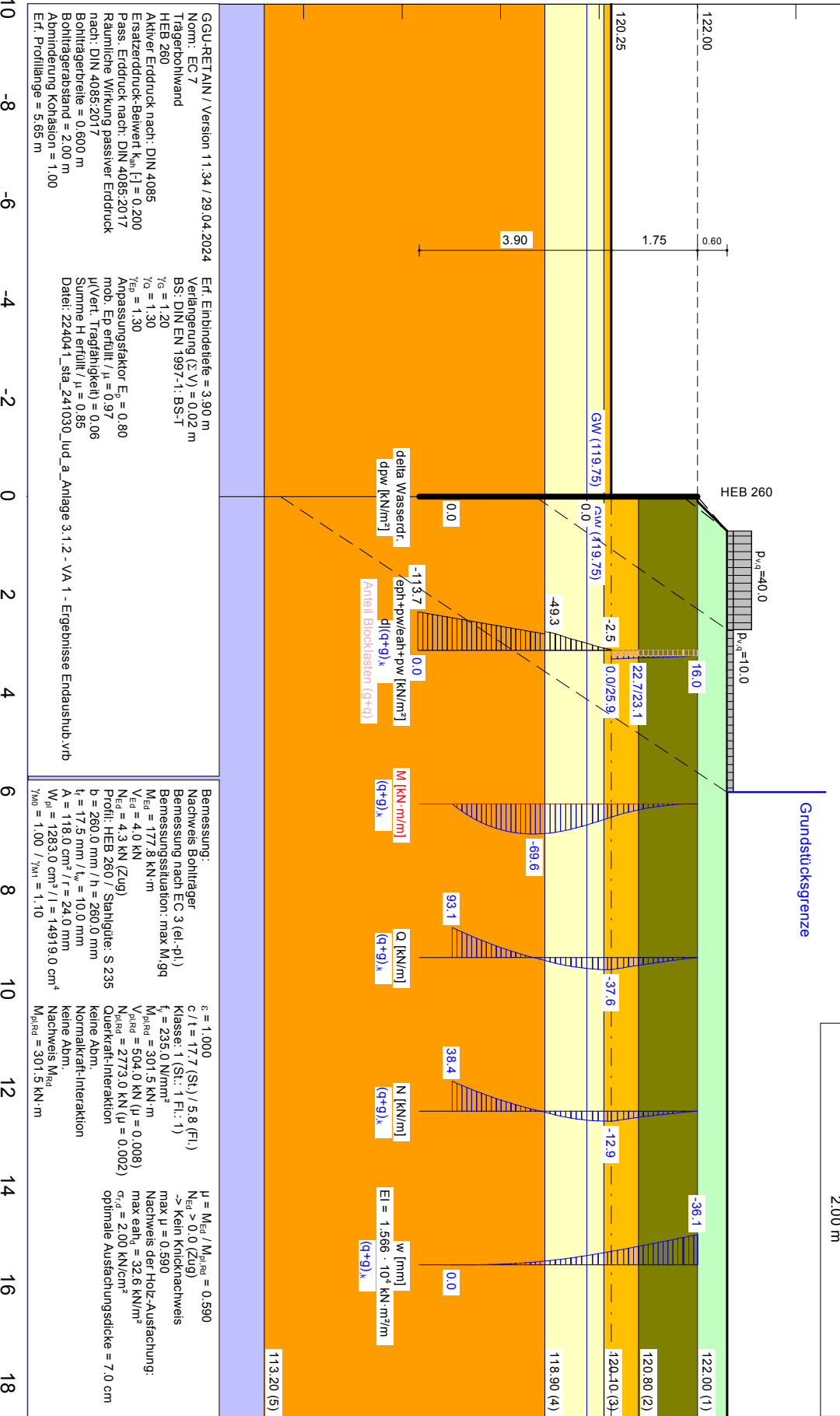




Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 5/21

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	122,00	18,0	8,0	22,5	0,0	0,0	2,5	-0,667	0,667	0,00	0,00	0,00	MS 1: Auffüllung
	120,80	19,0	9,0	30,0	10,0	10,0	10,0	-0,667	0,667	0,00	40,00	40,00	MS 2.1: Auelehm
	120,10	18,0	9,0	30,0	2,5	2,5	2,5	-0,667	0,667	0,00	60,00	60,00	MS 2.2: Auelehm
	118,90	18,0	10,0	35,0	1,0	1,0	1,0	-0,667	0,667	2,00	100,00	100,00	MS 3.1: Kies/Quarzit
	113,20	18,0	10,0	32,5	1,0	1,0	1,0	-0,667	0,667	1,50	90,00	90,00	MS 3.2: Sand, Quarzit
	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	15,0	15,0	-0,667	0,667	1,20	70,00	70,00	MS 4: Feinsand, Tonfäll

OK Wand = 122,00 m



Erweiterungsbau Ev. Gymnasium  
LERNWELTEN Großdeuben  
Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
Baugrubenverbaubau

Projekt Nr.: 224 041  
Anlage Nr.: 3.1.2

112 GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Tragbohrwand  
 HEB 260  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdrukk-Bewert  $K_{aE} [ ] = 0.200$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohrtagerbreite = 0.600 m  
 Bohrtagerabstand = 2.00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Ert. Profillänge = 5.65 m

Ert. Einbindeliefe = 3.90 m  
 Verankerung (2.V): 0.02 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-1  
 $\gamma_g = 1.20$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_s = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.97$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.06  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.85$   
 Datei: 224041\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.1.2 - VA 1 - Ergebnisse Erdaushub.vrb

Bemessung:  
 Nachweis Bohrtäger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M<sub>1,9d</sub>  
 $M_{Ed} = 177.8$  kN·m  
 $N_{Ed} = 4.3$  kN (Zug)  
 Profil: HEB 260 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 260.0$  mm /  $h = 260.0$  mm  
 $t_f = 17.5$  mm /  $t_w = 10.0$  mm  
 $A = 118.0$  cm<sup>2</sup> /  $I_x = 24.0$  mm<sup>4</sup>  
 $W_{pl} = 1283.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 14919.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$\xi = 1.000$   
 $C / I = 17.7$  (St.) / 5.8 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 301.5$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 504.0$  kN ( $\mu = 0.008$ )  
 $N_{pl,Rd} = 2773.0$  kN ( $\mu = 0.002$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis M<sub>Rd</sub>  
 $M_{pl,Rd} = 301.5$  kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.590$   
 $N_{Ed} > 0.0$  (Zug)  
 -> Kein Knicknachweis  
 $\max \mu = 0.590$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 $\max eaf_h = 32.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{t,d} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.0 cm

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.1.2 - VA 1 - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 122.00 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 120.25 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 2.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 119.75 m

Grundwasserstand (links) = 119.75 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	0.70	0.60	0.04	0.03	0.20	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	0.70	2.70	122.60
2	10.00	0.00	0.70	6.00	122.60

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.00	121.70	118.71	12.65	12.65	12.65	0 Verkehrslast
2	122.00	121.70	113.53	3.35	3.35	3.35	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 174.05 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -81.13 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 174.05 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 42.53 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 131.52 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 93.06 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 22.33 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 70.73 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	122.00	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	120.80	19.00	9.00	25.00	10.00	10.00	-0.667	0.667	0.00	40.00
3	120.10	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
4	118.90	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
5	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.667	0.667	1.50	80.00
6	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.667	0.667	1.20	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte  
 Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah} [-] = 0.200$   
 bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_{k}$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	122.00	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	120.80	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
3	120.10	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
4	118.90	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
5	113.20	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
6	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

**Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
122.000	121.925	16.002	16.288	0.00	0.00
121.925	121.722	16.288	19.219	0.00	0.00
121.722	121.704	19.220	19.286	0.00	0.00
121.704	120.900	19.286	22.342	0.00	0.00
120.900	120.800	22.342	22.722	0.00	0.00
120.800	120.250	23.084	25.850	0.00	0.00
120.250	120.100	0.000	0.000	0.00	0.00
120.100	119.983	0.000	0.000	0.00	0.00
119.983	119.750	0.000	0.000	0.00	0.00
119.750	118.900	0.000	0.000	0.00	0.00
118.900	118.706	0.000	0.000	0.00	0.00
118.706	117.911	0.000	0.000	0.00	0.00
117.911	117.015	0.000	0.000	0.00	0.00
117.015	113.534	0.000	0.000	0.00	0.00
113.534	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Hydrodynamische Wasserdruckspannung  
 (dynamisch (hoch)durchlässiger Boden unterhalb des Grundwasserspiegels)

w(oben)	w(unten)	z(oben)	z(unten)
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]

0.00      0.00      122.00      120.25

Passive Erddruckbeiwerte  
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht [-]	UK [m]	$k_{pgh}$ [-]	$k_{pch}$ [-]	$\varphi_k$ [°]	$\delta$ [°]	$\theta$ [°]
3	120.10	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10
4	118.90	7.264	6.835	35.000	-23.34	14.57
5	113.20	6.006	6.054	32.500	-21.68	16.35
6	100.00	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
120.80	120.25	0.00	0.00
120.25	120.10	-2.49	-6.00
120.10	119.98	-5.84	-10.19
119.98	119.75	-10.19	-20.96
119.75	118.90	-20.96	-55.49
118.90	118.71	-48.17	-53.09
118.71	117.91	-53.09	-73.31
117.91	117.02	-73.31	-96.05
117.02	113.53	-96.05	-184.48
113.53	113.20	-184.48	-192.95
113.20	100.00	-214.85	-536.66

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.5	-1.6	-0.1
121.72	-2.0	-6.2	-0.8
121.70	-2.2	-6.7	-1.0
120.90	-9.0	-28.0	-14.7
120.80	-9.9	-30.9	-17.7
120.25	-16.4	-47.9	-39.2
120.10	-16.3	-47.3	-46.4
119.98	-16.0	-46.4	-51.9
119.75	-14.6	-43.0	-62.3
118.90	-1.5	-11.4	-87.6
118.71	2.2	-2.0	-88.9
117.91	20.9	46.1	-72.4
117.02	49.2	118.7	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.72	-0.3	-0.4	0.0
121.70	-0.3	-0.5	0.0
120.90	-2.2	-5.2	-2.1
120.80	-2.4	-5.9	-2.7
120.25	-4.8	-11.5	-7.4
120.10	-4.8	-11.4	-9.1
119.98	-4.8	-11.2	-10.4
119.75	-4.6	-10.4	-13.0
118.90	-1.9	-3.1	-19.2
118.71	-1.2	-1.0	-19.6
117.91	2.8	10.1	-16.2
117.02	8.9	26.8	0.0

Schnittgrößen ((g+q+w),k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
--------------	-------------	-------------	---------------



122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.4	-1.2	0.0
121.72	-1.6	-4.8	-0.6
121.70	-1.7	-5.2	-0.7
120.90	-7.1	-21.9	-11.4
120.80	-7.8	-24.1	-13.7
120.25	-12.9	-37.6	-30.7
120.10	-12.8	-37.1	-36.3
119.98	-12.6	-36.4	-40.6
119.75	-11.5	-33.7	-48.8
118.90	-1.2	-9.0	-68.6
118.71	1.6	-1.6	-69.6
117.91	16.2	36.1	-56.7
117.02	38.4	93.1	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.72	-0.2	-0.4	0.0
121.70	-0.3	-0.4	0.0
120.90	-1.8	-4.3	-1.8
120.80	-2.0	-4.9	-2.2
120.25	-4.0	-9.6	-6.2
120.10	-4.0	-9.5	-7.6
119.98	-4.0	-9.3	-8.7
119.75	-3.8	-8.7	-10.8
118.90	-1.6	-2.6	-16.0
118.71	-1.0	-0.8	-16.3
117.91	2.3	8.4	-13.5
117.02	7.4	22.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.4	-1.2	0.0
121.72	-1.3	-4.5	-0.6
121.70	-1.4	-4.7	-0.7
120.90	-5.3	-17.6	-9.7
120.80	-5.8	-19.2	-11.5
120.25	-9.0	-28.0	-24.5
120.10	-8.8	-27.6	-28.7
119.98	-8.6	-27.1	-31.9
119.75	-7.7	-25.1	-38.0
118.90	0.4	-6.4	-52.6
118.71	2.6	-0.8	-53.3
117.91	13.9	27.7	-43.2
117.02	31.0	70.7	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.72	0.0	0.0	0.0
121.70	0.0	0.0	0.0
120.90	0.0	0.0	0.0
120.80	0.0	0.0	0.0
120.25	0.0	0.0	0.0
120.10	0.0	0.0	0.0
119.98	0.0	0.0	0.0
119.75	0.0	0.0	0.0
118.90	0.0	0.0	0.0
118.71	0.0	0.0	0.0
117.91	0.0	0.0	0.0

117.02 0.0 0.0 0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 1.566E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
122.00	-10.0	122.00	-10.0	122.00	-10.0	121.92	-9.8	121.92	-9.8	121.82	-9.4	121.82	-9.4
121.72	-9.1	121.72	-9.1	121.70	-9.1	121.70	-9.1	121.60	-8.7	121.00	-6.8	120.90	-6.5
120.90	-6.5	120.80	-6.2	120.80	-6.2	120.70	-5.9	120.38	-4.9	120.25	-4.5	120.25	-4.5
120.17	-4.3	120.17	-4.3	120.10	-4.1	120.10	-4.1	119.98	-3.8	119.98	-3.8	119.87	-3.4
119.87	-3.4	119.75	-3.1	119.75	-3.1	119.64	-2.9	119.01	-1.5	118.90	-1.3	118.90	-1.3
118.80	-1.1	118.80	-1.1	118.71	-1.0	118.71	-1.0	118.61	-0.8	118.01	-0.2	117.91	-0.2
117.91	-0.2	117.81	-0.1	117.11	0.0	117.02	0.0						

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 1.566E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
122.00	0.0	122.00	0.0	122.00	0.0	121.92	0.0	121.92	0.0	121.82	0.0	121.82	0.0
121.72	0.0	121.72	0.0	121.70	0.0	121.70	0.0	121.60	0.0	121.00	0.0	120.90	0.0
120.90	0.0	120.80	0.0	120.80	0.0	120.70	0.0	120.38	0.0	120.25	0.0	120.25	0.0
120.17	0.0	120.17	0.0	120.10	0.0	120.10	0.0	119.98	0.0	119.98	0.0	119.87	0.0
119.87	0.0	119.75	0.0	119.75	0.0	119.64	0.0	119.01	0.0	118.90	0.0	118.90	0.0
118.80	0.0	118.80	0.0	118.71	0.0	118.71	0.0	118.61	0.0	118.01	0.0	117.91	0.0
117.91	0.0	117.81	0.0	117.11	0.0	117.02	0.0						

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.015 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.015 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 177.8 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 4.0 kN

N<sub>Ed</sub> = 4.3 kN (Zug)

Profil: HEB 260 / Stahlgüte: S 235

b = 260.0 mm / h = 260.0 mm

t<sub>f</sub> = 17.5 mm / t<sub>w</sub> = 10.0 mm

A = 118.0 cm<sup>2</sup> / r = 24.0 mm

W<sub>pl</sub> = 1283.0 cm<sup>3</sup> / I = 14919.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 17.7 (St.) / 5.8 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 301.5 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 504.0 kN (μ = 0.008)

N<sub>pl,Rd</sub> = 2773.0 kN (μ = 0.002)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Rd</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> = 301.5 kN·m

μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>pl,Rd</sub> = 0.590

N<sub>Ed</sub> > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.590

Nachweis der Holz-Ausfuchung:

max eah(d) = 32.6 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfuchungsdicke = 7.0 cm

max  $M_d = 88.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.71 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 2.2 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -2.0 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 3.4 \text{ mm}$

max  $Q_d = 118.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 117.02 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 49.2 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 49.2 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 117.02 m)  
 Zugehörige Werte:  $Q_d = 118.7 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 36.1 \text{ mm}$  (Tiefe = 122.00 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
 Einbindetiefe  $t_g = 3.90 \text{ m}$   
 Profillänge = 5.65 m  
 Verlängerung (Summe V) = 0.02 m

#### Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 317.61 \text{ kN/m}$   
 ( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
 ( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 94.96 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d} = 174.05 \text{ kN/m}$   
 ( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (94.96 + 174.05) / 317.61$   
 $\mu = 269.01 / 317.61 = 0.85$

#### Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

#### Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $G_k - G'_k + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 2.61 \text{ kN/m}$   
 $G'_k = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,k} = 10.97 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 34.41 \text{ kN/m}$ )  
 $C_{h,k} = 27.92 \text{ kN/m}$   
 $B_{v,k} = -18.27 \text{ kN/m}$   
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$   
 Summe  $V_k = 0.64 \text{ kN/m}$  (Druck)

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEB 260

Berechnung als Bohrfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (78.40 - 1/2 \cdot 55.84) \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 15.44 \text{ kN}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 55.84 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 8.54 \text{ kN}$

$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$

#### Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
120.25	120.10	60.00	MS 2.2: Auesand
120.10	118.90	100.00	MS 3.1: Kies, Quartär
118.90	116.35	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 116.37 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 116.37 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.02 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 117.02 bis 116.37 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 312.47 / 1.40 = 223.19 \text{ kN}$$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 3.02 / 1.40 = 2.15 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 48.78 / 1.40 = 34.84 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 587.10 \text{ kN}$$

#### Einwirkungen

$$V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 6.28 - 0.00 + 27.98 + 0.00 = 34.26 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 34.26 / 587.10 = 0.06$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma(R_v) = 1.300$

Berechnungsebene = 116.37 m

Breite = 1.47 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 213.98 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 37.56$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 17.47$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 3703.73$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 30.92$  [°]

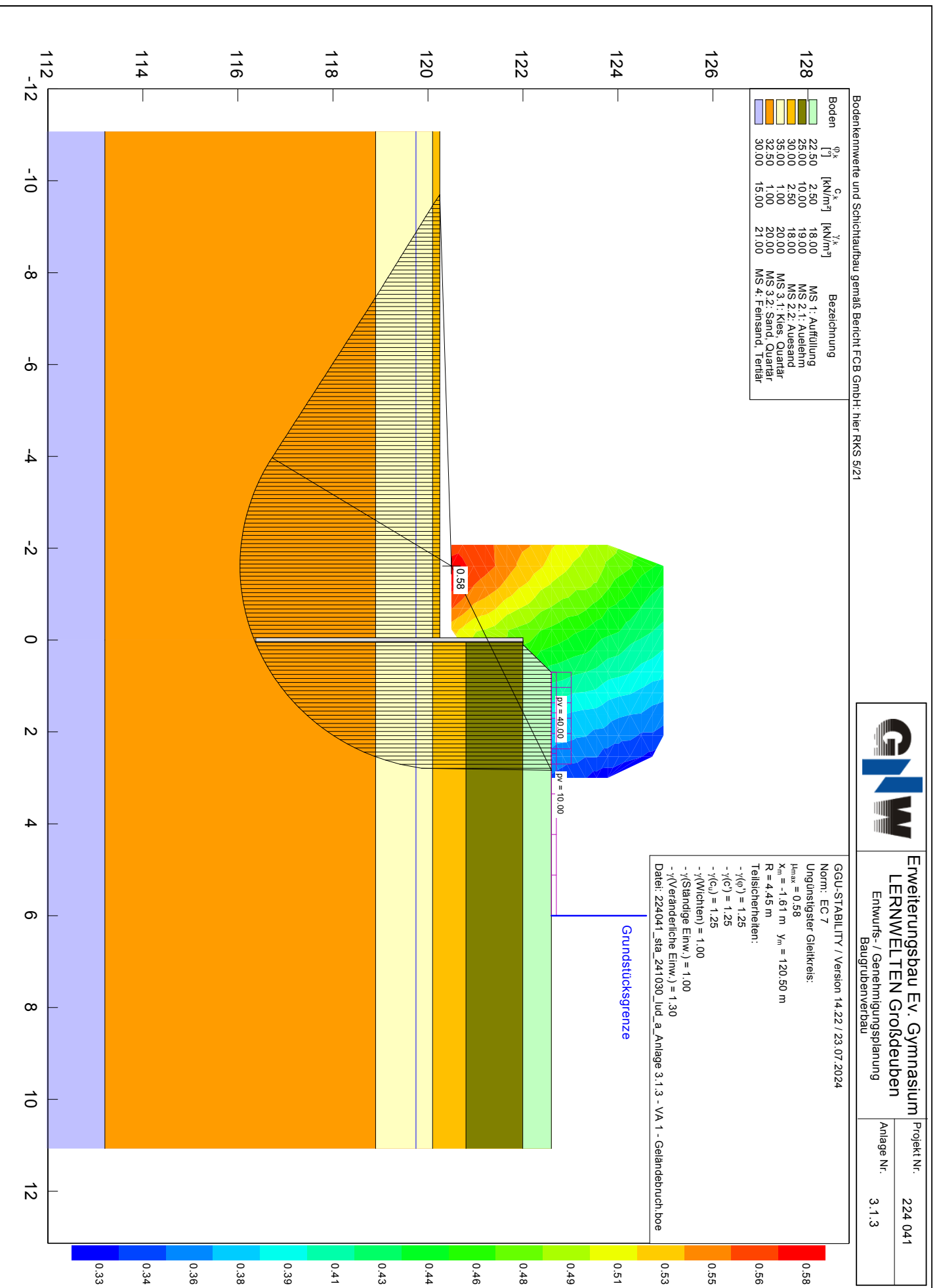
Kohäsion  $c_k = 9.94$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d = 20.433 / N_b = 11.638 / N_c = 32.449$

$\sigma_{\bar{u}} = 90.349$  [kN/m<sup>2</sup>]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.089$

$\mu_e = [213.98 \cdot 1.20] / [(3703.73 + 17.47 + 37.56) / 1.300] = 0.089$



**Erweiterungsbauprojekt**  
**LERNWELTEN Großdeuben**  
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
 Baugrubenverbau

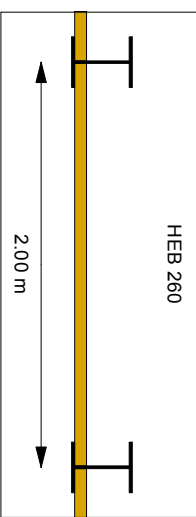
Projekt Nr.: 224 041  
 Anlage Nr.: 3.1.3



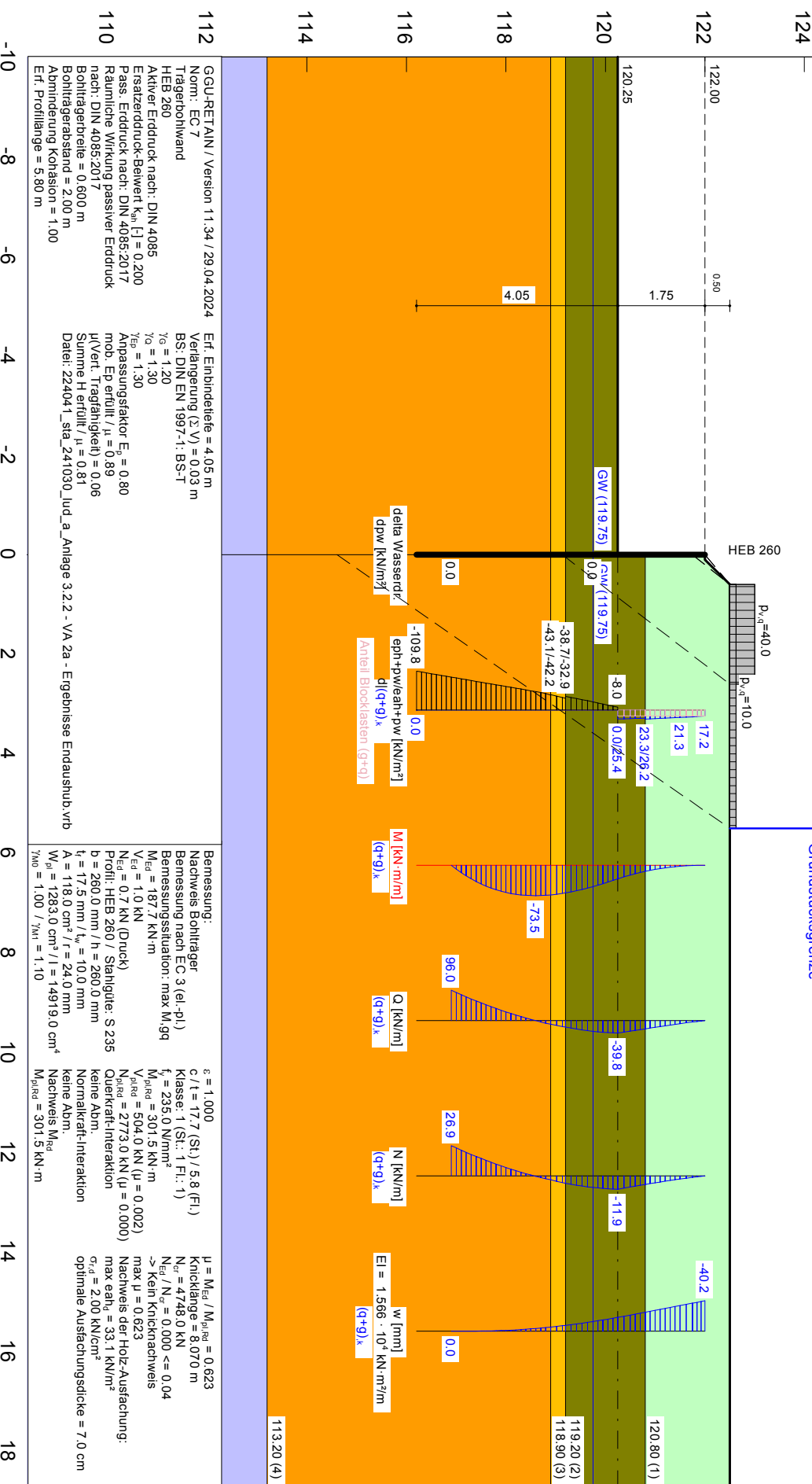
Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 4/21

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	120.80	18.0	8.0	22.5	0.0	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	MS 1: Aufteilung
	119.20	19.0	9.0	25.0	10.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	40.00	60.00	MS 2.1: Auelehm
	118.90	18.0	9.0	30.0	2.5	2.5	2.5	-0.667	0.667	0.00	60.00	80.00	MS 2.2: Auelehm
	113.20	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	1.0	-0.300	0.667	1.30	80.00	80.00	MS 3.2: Sand, Quarter
	19.0	11.0	30.0	15.0	15.0	15.0	-0.500	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tertier	

OK Wand = 122.00 m



Grundstücksgrenze



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Tragbohrwand  
 HEB 260  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerdruddruck  $K_{aE} [ ] = 0.200$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohrtagerbreite = 0.600 m  
 Bohrtagerabstand = 2.00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Ert. Profillänge = 5.80 m

Ert. Einbindeliefe = 4.05 m  
 Verankerung (2.V) = 0.03 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-1  
 $\gamma_g = 1.20$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_s = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.89$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.06  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.81$   
 Datei: 22404\_1\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.2.2 - VA 2a - Ergebnisse Endaushub.vrb

Bemessung:  
 Nachweis Bohrtäger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max M<sub>1,gd</sub>  
 $M_{Ed} = 187.7$  kN·m  
 $V_{Ed} = 1.0$  kN  
 Profil: HEB 260 / Stahlquerschnitt: S 235  
 $N_{Ed} = 0.7$  kN (Druck)  
 $N_{pl,Rd} = 2773.0$  kN ( $\mu = 0.000$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{pl,Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 301.5$  kN·m

$\epsilon = 1.000$   
 $c/t = 17.7$  (St.) / 5.8 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_{yk} = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Rd} = 301.5$  kN·m  
 $V_{pl,Rd} = 504.0$  kN ( $\mu = 0.002$ )  
 $N_{pl,Rd} = 2773.0$  kN ( $\mu = 0.000$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{pl,Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 301.5$  kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.623$   
 Knickelänge = 8.070 m  
 $N_{cr} = 4748.0$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04$   
 -> Kein Knickeachweis  
 $\mu = 0.623$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max e<sub>h1</sub> = 33.1 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{c,d} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.0 cm

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.2.2 - VA 2a - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 122.00 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 120.25 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 2.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 119.75 m

Grundwasserstand (links) = 119.75 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	0.60	0.50	0.04	0.03	0.17	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	0.60	2.60	122.50
2	10.00	0.00	0.60	5.50	122.50

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.00	121.75	119.14	13.74	13.74	13.74	0 Verkehrslast
2	122.00	121.75	114.60	3.46	3.46	3.46	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt



Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 173.25 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -69.34 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 173.25 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 40.60 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 132.66 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 96.04 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 22.16 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 73.88 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	120.80	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	119.20	19.00	9.00	25.00	10.00	10.00	-0.667	0.667	0.00	40.00
3	118.90	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

**Aktive Erddruckbeiwerte**

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah} [-] = 0.200$

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	120.80	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	119.20	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
3	118.90	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
4	113.20	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

**Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
122.000	121.925	17.196	17.467	0.00	0.00
121.925	121.755	17.468	19.876	0.00	0.00
121.755	121.745	19.876	19.912	0.00	0.00
121.745	120.900	19.912	25.478	0.00	0.00
120.900	120.800	25.478	26.169	0.00	0.00
120.800	120.250	23.316	25.406	0.00	0.00
120.250	119.950	0.000	0.000	0.00	0.00
119.950	119.750	0.000	0.000	0.00	0.00
119.750	119.200	0.000	0.000	0.00	0.00
119.200	119.137	0.000	0.000	0.00	0.00
119.137	118.900	0.000	0.000	0.00	0.00
118.900	118.600	0.000	0.000	0.00	0.00
118.600	117.901	0.000	0.000	0.00	0.00
117.901	116.902	0.000	0.000	0.00	0.00
116.902	114.605	0.000	0.000	0.00	0.00
114.605	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

**Passive Erddruckbeiwerte**

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	119.20	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54

3	118.90	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
120.80	120.25	0.00	0.00
120.25	119.95	-7.99	-16.60
119.95	119.75	-16.60	-23.21
119.75	119.20	-23.21	-38.72
119.20	119.14	-32.85	-34.91
119.14	118.90	-34.91	-43.13
118.90	118.60	-42.22	-51.99
118.60	117.90	-51.99	-68.85
117.90	116.90	-68.85	-92.94
116.90	114.60	-92.94	-148.35
114.60	113.20	-148.35	-182.22
113.20	100.00	-203.20	-511.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.5	-1.7	-0.1
121.76	-1.7	-5.8	-0.7
121.75	-1.8	-6.0	-0.7
120.90	-8.8	-30.4	-15.8
120.80	-9.7	-33.7	-19.0
120.25	-15.1	-50.7	-42.1
119.95	-14.2	-47.1	-56.8
119.75	-13.1	-43.1	-65.9
119.20	-8.3	-26.2	-85.3
119.14	-7.6	-24.0	-86.9
118.90	-4.4	-14.8	-91.5
118.60	-0.4	-0.5	-93.9
117.90	11.6	41.8	-80.1
116.90	34.6	122.6	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.76	-0.2	-0.3	0.0
121.75	-0.2	-0.3	0.0
120.90	-2.2	-5.8	-2.2
120.80	-2.5	-6.9	-2.9
120.25	-4.2	-11.6	-7.9
119.95	-4.2	-10.8	-11.2
119.75	-4.0	-9.9	-13.3
119.20	-3.2	-6.2	-17.8
119.14	-3.1	-5.7	-18.2
118.90	-2.4	-3.7	-19.3
118.60	-1.7	-0.5	-20.0
117.90	0.6	8.8	-17.2
116.90	5.3	26.6	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.4	-1.3	0.0
121.76	-1.3	-4.5	-0.5
121.75	-1.4	-4.7	-0.6

120.90	-6.9	-23.8	-12.3
120.80	-7.6	-26.4	-14.8
120.25	-11.9	-39.8	-32.9
119.95	-11.2	-36.9	-44.4
119.75	-10.3	-33.8	-51.5
119.20	-6.6	-20.5	-66.8
119.14	-6.0	-18.8	-68.0
118.90	-3.5	-11.6	-71.6
118.60	-0.4	-0.4	-73.5
117.90	8.9	32.7	-62.7
116.90	26.9	96.0	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.76	-0.2	-0.3	0.0
121.75	-0.2	-0.3	0.0
120.90	-1.8	-4.9	-1.9
120.80	-2.1	-5.7	-2.4
120.25	-3.5	-9.7	-6.6
119.95	-3.5	-9.0	-9.4
119.75	-3.3	-8.3	-11.1
119.20	-2.7	-5.1	-14.9
119.14	-2.5	-4.8	-15.2
118.90	-2.0	-3.1	-16.1
118.60	-1.4	-0.4	-16.6
117.90	0.5	7.3	-14.4
116.90	4.4	22.2	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	-0.3	-1.3	0.0
121.76	-1.1	-4.2	-0.5
121.75	-1.2	-4.4	-0.6
120.90	-5.1	-18.9	-10.4
120.80	-5.5	-20.6	-12.4
120.25	-8.4	-30.1	-26.3
119.95	-7.7	-27.9	-35.1
119.75	-7.0	-25.5	-40.4
119.20	-4.0	-15.4	-51.9
119.14	-3.5	-14.1	-52.8
118.90	-1.5	-8.5	-55.5
118.60	1.0	0.0	-56.9
117.90	8.4	25.4	-48.4
116.90	22.6	73.9	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.00	0.0	0.0	0.0
121.92	0.0	0.0	0.0
121.76	0.0	0.0	0.0
121.75	0.0	0.0	0.0
120.90	0.0	0.0	0.0
120.80	0.0	0.0	0.0
120.25	0.0	0.0	0.0
119.95	0.0	0.0	0.0
119.75	0.0	0.0	0.0
119.20	0.0	0.0	0.0
119.14	0.0	0.0	0.0
118.90	0.0	0.0	0.0
118.60	0.0	0.0	0.0
117.90	0.0	0.0	0.0

116.90 0.0 0.0 0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 1.566E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
122.00	-10.8	121.92	-10.5	121.92	-10.5	121.84	-10.2	121.84	-10.2	121.76	-9.9	121.76	-9.9
121.75	-9.9	121.75	-9.9	121.62	-9.5	121.00	-7.4	120.90	-7.1	120.90	-7.1	120.80	-6.7
120.80	-6.7	120.70	-6.4	120.38	-5.4	120.25	-5.0	120.25	-5.0	120.15	-4.7	120.05	-4.4
119.95	-4.1	119.95	-4.1	119.85	-3.8	119.85	-3.8	119.75	-3.5	119.75	-3.5	119.64	-3.2
119.31	-2.3	119.20	-2.1	119.20	-2.1	119.14	-2.0	119.14	-2.0	119.02	-1.7	119.02	-1.7
118.90	-1.5	118.90	-1.5	118.80	-1.3	118.70	-1.1	118.60	-1.0	118.60	-1.0	118.50	-0.8
118.00	-0.3	117.90	-0.2	117.90	-0.2	117.80	-0.2	117.00	0.0	116.90	0.0		

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 1.566E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
122.00	0.0	121.92	0.0	121.92	0.0	121.84	0.0	121.84	0.0	121.76	0.0	121.76	0.0
121.75	0.0	121.75	0.0	121.62	0.0	121.00	0.0	120.90	0.0	120.90	0.0	120.80	0.0
120.80	0.0	120.70	0.0	120.38	0.0	120.25	0.0	120.25	0.0	120.15	0.0	120.05	0.0
119.95	0.0	119.95	0.0	119.85	0.0	119.85	0.0	119.75	0.0	119.75	0.0	119.64	0.0
119.31	0.0	119.20	0.0	119.20	0.0	119.14	0.0	119.14	0.0	119.02	0.0	119.02	0.0
118.90	0.0	118.90	0.0	118.80	0.0	118.70	0.0	118.60	0.0	118.60	0.0	118.50	0.0
118.00	0.0	117.90	0.0	117.90	0.0	117.80	0.0	117.00	0.0	116.90	0.0		

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 116.902 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 116.902 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 187.7 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 1.0 kN

N<sub>Ed</sub> = 0.7 kN (Druck)

Profil: HEB 260 / Stahlgüte: S 235

b = 260.0 mm / h = 260.0 mm

t<sub>f</sub> = 17.5 mm / t<sub>w</sub> = 10.0 mm

A = 118.0 cm<sup>2</sup> / r = 24.0 mm

W<sub>pl</sub> = 1283.0 cm<sup>3</sup> / I = 14919.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 17.7 (St.) / 5.8 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 301.5 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 504.0 kN (μ = 0.002)

N<sub>pl,Rd</sub> = 2773.0 kN (μ = 0.000)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Rd</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> = 301.5 kN·m

μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>pl,Rd</sub> = 0.623

Knicklänge = 8.070 m

N<sub>cr</sub> = 4748.0 kN

N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.000 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.623

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 33.1 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 7.0 cm

max  $M_d = 93.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.60 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -0.4 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -0.5 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 3.5 \text{ mm}$

max  $Q_d = 122.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 116.90 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 34.6 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 34.6 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 116.90 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = 122.6 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 40.2 \text{ mm}$  (Tiefe = 122.00 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 4.05 \text{ m}$   
Profillänge = 5.80 m  
Verlängerung (Summe V) = 0.03 m

Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 324.91 \text{ kN/m}$   
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 91.22 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d} = 173.25 \text{ kN/m}$   
( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (91.22 + 173.25) / 324.91$   
 $\mu = 264.47 / 324.91 = 0.81$

Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $G_k - G'_{v,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 2.67 \text{ kN/m}$   
 $G'_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,k} = 10.14 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 36.60 \text{ kN/m}$ )  
 $C_{h,k} = 28.81 \text{ kN/m}$   
 $B_{v,k} = -16.30 \text{ kN/m}$   
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$   
Summe  $V_k = 2.01 \text{ kN/m}$  (Druck)

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEB 260

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (81.47 - 1/2 \cdot 57.62) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 11.81 \text{ kN}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 57.62 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 8.81 \text{ kN}$

$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
120.25	119.20	40.00	MS 2.1: Auelehm
119.20	118.90	60.00	MS 2.2: Auesand
118.90	116.20	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 116.23 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 116.23 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.03 m ==>  $R_{s2,d}$   
Mantelfläche (TF + dt1) von 116.90 bis 116.23 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$   
 $R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 257.66 / 1.40 = 184.05 \text{ kN}$   
 $R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 4.52 / 1.40 = 3.23 \text{ kN}$   
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 50.48 / 1.40 = 36.06 \text{ kN}$   
 $R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 546.89 \text{ kN}$

#### Einwirkungen

$V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 6.44 - 0.00 + 25.87 + 0.00 = 32.31 \text{ kN}$   
==>  $\mu = V_d / R_d = 32.31 / 546.89 = 0.06$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

#### Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$

Berechnungsebene = 116.23 m

Breite = 1.41 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 209.99 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 34.07 \text{ [kN/m]}$

Kohäsionskraft  $K_k = 22.42 \text{ [kN/m]}$

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 3357.33 \text{ [kN/m]}$

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 30.22 \text{ [°]}$

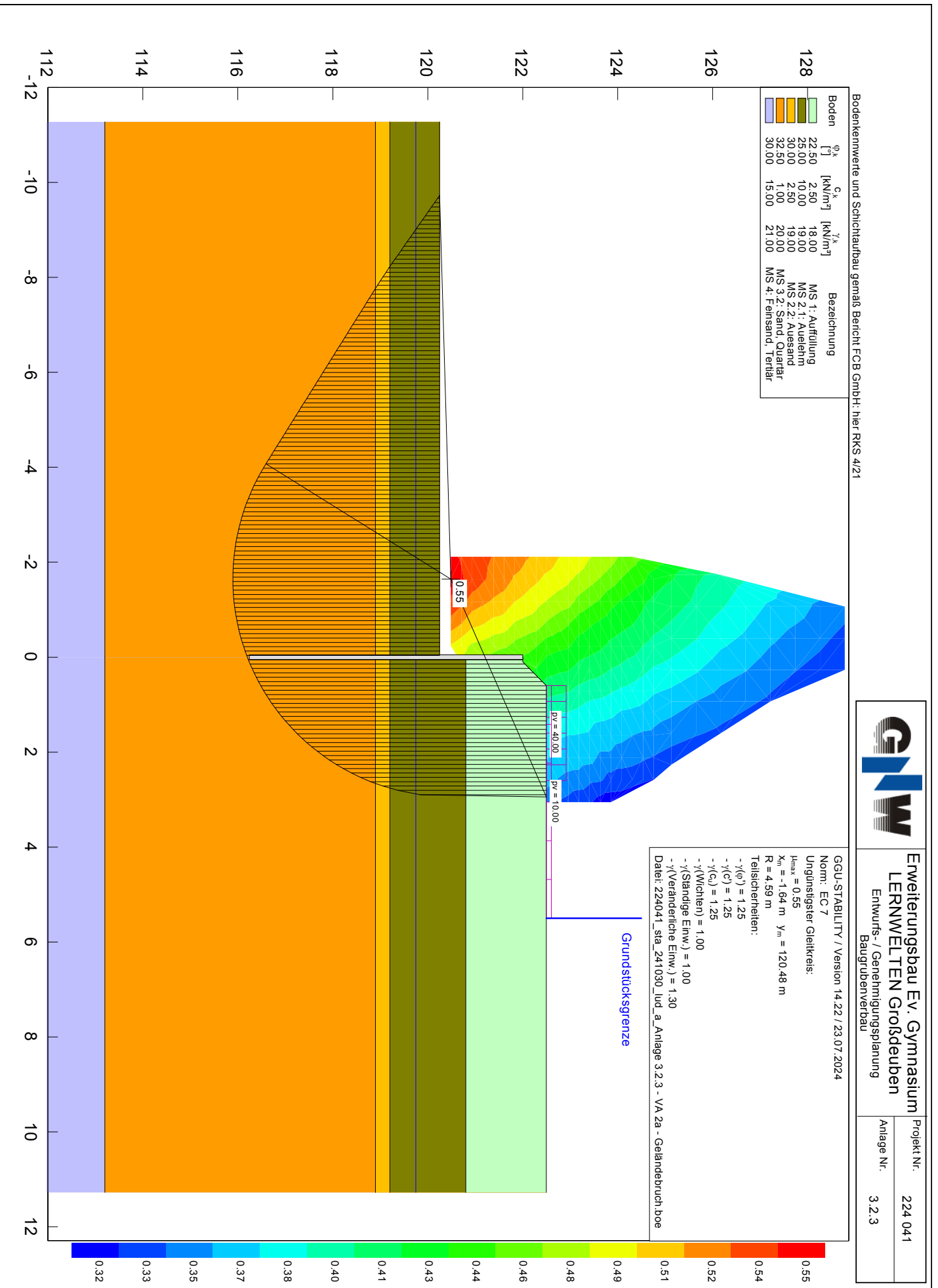
Kohäsion  $c_k = 10.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$N_d = 18.877 / N_b = 10.415 / N_c = 30.686$

$\sigma_{\bar{u}} = 93.111 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.096$

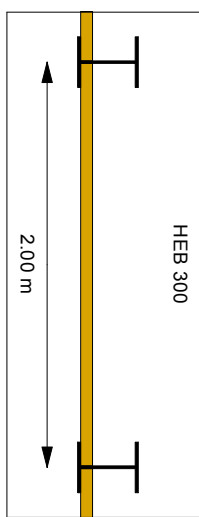
$\text{mue} = [209.99 \cdot 1.20] / [(3357.33 + 22.42 + 34.07) / 1.300] = 0.096$



Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 4/21

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	q <sub>a,k</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>a,k2</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	120,80	18,0	8,0	22,5	0,0	2,5	-0,667	0,667	0,00	0,00	MS 1: Auffüllung
	119,20	19,0	9,0	25,0	10,0	10,0	-0,667	0,667	0,00	40,00	MS 2.1: Auelehm
	118,90	18,0	9,0	30,0	2,5	2,5	-0,667	0,667	0,00	60,00	MS 2.2: Auelehm
	113,20	18,0	10,0	32,5	1,0	1,0	-0,500	0,667	1,50	80,00	MS 3.2: Sand, Quaritär
	<113,20	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,500	0,667	1,20	70,00	MS 4: Feinsand, Tertiar

OK Wand = 122,40 m



Grundstücksgrenze

HEB 300

$p_{v,d}=40,0$

$p_{v,d}=10,0$

120,80 (1)

119,20 (2)

118,90 (3)

GW (119,75)

GW (119,75)

2.15

4.55

freistehende Trägerbohlwand mit Holzaustrichtung







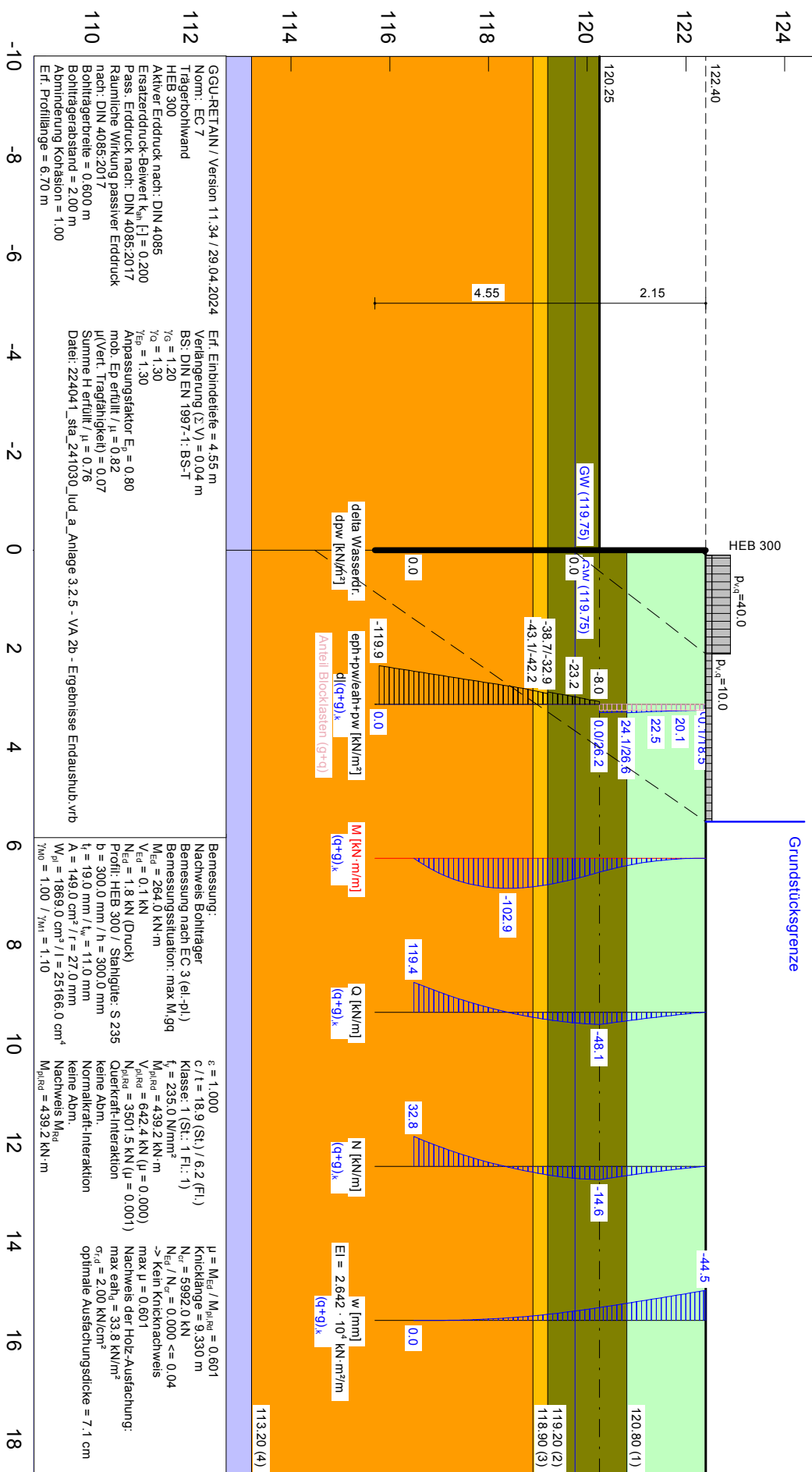
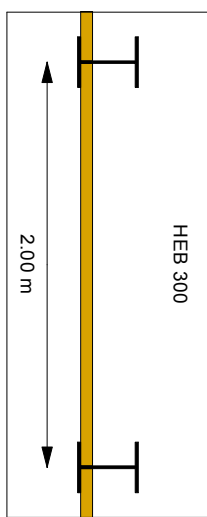
Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium  
LERNWELTEN Großdeuben  
Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
Baugrubenvorbereitung

Projekt Nr.: 224 041  
Anlage Nr.: 3.2.5

Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 4/21

Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,z}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
120.80	18.0	8.0	22.5	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
119.20	19.0	9.0	25.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	40.00	60.00	MS 2.1: Auelehm
118.90	18.0	9.0	30.0	2.5	2.5	-0.667	0.667	0.00	60.00	80.00	MS 2.2: Auelehm
113.20	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	-0.500	0.667	1.30	80.00	80.00	MS 3.2: Sand, Quaritär
<113.20	19.0	11.0	30.0	15.0	15.0	-0.500	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Quaritär

OK Wand = 122.40 m



128 Boden

126 OK Wand = 122.40 m

122 2.15

120 2.15

118 4.55

116

114

112

110

10

8

6

4

2

0

2

4

6

8

10

12

14

16

18

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Norm: EC 7

Trägerbohrwand

HEB 300

Aktiver Erddruck nach: DIN 4085

Ersatzerddruck-Bewert  $K_{aE} [\ ] = 0.200$

Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017

Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017

Bohrträgerbreite = 0.600 m

Bohrträgerabstand = 2.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Erf. Einbindetiefe = 4.55 m

Verlängerung (2.V): = 0.04 m

BS: DIN EN 1997-1: BS-1

$\gamma_g = 1.20$

$\gamma_{Ed} = 1.30$

Anpassungsfaktor  $E_s = 0.80$

mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.82$

$\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.07

Summe H erfüllt /  $\mu = 0.76$

Datei: 22404\_1\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.2.5 - VA 2b - Ergebnisse Endaushub.vrb

Nachweis: Nachweis Bohrtäger Bemessung nach EC 3 (el.-pl.) Bemessungssituation: max M<sub>1,9d</sub> V<sub>Ed</sub> = 284.0 kN·m M<sub>pl,Ed</sub> = 439.2 kN·m V<sub>pl,Ed</sub> = 642.4 kN ( $\mu = 0.000$ ) N<sub>pl,Ed</sub> = 3501.5 kN ( $\mu = 0.001$ ) Querkraft-Interaktion keine Abm. Normalkraft-Interaktion keine Abm. Normalkraft-Interaktion keine Abm. Nachweis M<sub>pl,Ed</sub> = 439.2 kN·m

$\epsilon = 1.000$

$c/t = 18.9$  (St) / 6.2 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

$f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>

$M_{pl,Ed} = 439.2$  kN·m

V<sub>pl,Ed</sub> = 642.4 kN ( $\mu = 0.000$ )

N<sub>pl,Ed</sub> = 3501.5 kN ( $\mu = 0.001$ )

Querkraft-Interaktion keine Abm.

Normalkraft-Interaktion keine Abm.

Nachweis M<sub>pl,Ed</sub> = 439.2 kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Ed} = 0.601$

Knicklänge = 9.330 m

$N_{cr} = 5992.0$  kN

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.601$

Nachweis der Holz-Ausfachung: max e<sub>h1</sub> = 33.8 kN/m<sup>2</sup>

$\sigma_{d1} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.2.5 - VA 2b - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 122.40 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 120.25 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 2.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 119.75 m

Grundwasserstand (links) = 119.75 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Flächenlast p = 0.00 kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	0.10	2.10	122.40
2	10.00	0.00	0.10	5.50	122.40

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	122.36	122.27	119.70	14.75	14.75	14.75	0 Verkehrslast
2	122.36	122.27	114.48	3.60	3.60	3.60	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

Eph,d = 213.70 kN/m (Epv,d = -82.08 kN/m)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000

Bh(g+q),d = 213.70 kN/m

Bh,g,d = 39.49 kN/m  
 Bh,q,d = 174.21 kN/m  
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)

C<sub>h,k</sub> = 119.43 kN/m  
 C<sub>h,g,k</sub> = 21.55 kN/m  
 C<sub>h,q,k</sub> = 97.88 kN/m  
 C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k2</sub>
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	120.80	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	119.20	19.00	9.00	25.00	10.00	10.00	-0.667	0.667	0.00	40.00
3	118.90	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte

Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200  
 bestimmt nach: DIN 4085

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	120.80	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	119.20	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
3	118.90	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
4	113.20	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ((g+q),k)

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
122.400	122.359	0.000	0.149	0.00	0.00
122.359	122.274	18.499	18.803	0.00	0.00
122.274	121.300	18.803	23.177	0.00	0.00
121.300	120.800	23.177	26.632	0.00	0.00
120.800	120.325	24.110	25.915	0.00	0.00
120.325	120.250	25.915	26.200	0.00	0.00
120.250	119.750	0.000	0.000	0.00	0.00
119.750	119.701	0.000	0.000	0.00	0.00
119.701	119.300	0.000	0.000	0.00	0.00
119.300	119.200	0.000	0.000	0.00	0.00
119.200	118.900	0.000	0.000	0.00	0.00
118.900	118.398	0.000	0.000	0.00	0.00
118.398	117.393	0.000	0.000	0.00	0.00
117.393	116.489	0.000	0.000	0.00	0.00
116.489	114.480	0.000	0.000	0.00	0.00
114.480	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
2	119.20	3.558	4.330	25.000	-16.67	21.54
3	118.90	5.005	5.388	30.000	-20.01	18.10
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
120.33	120.25	0.00	0.00
120.25	119.75	-7.99	-23.21

119.75	119.70	-23.21	-24.48
119.70	119.30	-24.48	-35.71
119.30	119.20	-35.71	-38.72
119.20	118.90	-32.85	-43.13
118.90	118.40	-42.22	-56.87
118.40	117.39	-56.87	-81.10
117.39	116.49	-81.10	-102.90
116.49	114.48	-102.90	-151.35
114.48	113.20	-151.35	-182.22
113.20	100.00	-203.20	-511.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	-0.6	-2.0	-0.1
121.30	-8.3	-28.1	-14.4
120.80	-12.9	-44.0	-32.3
120.33	-17.8	-59.1	-56.7
120.25	-18.6	-61.6	-61.3
119.75	-16.6	-53.9	-90.5
119.70	-16.3	-52.8	-93.1
119.30	-13.0	-40.7	-111.9
119.20	-11.9	-36.9	-115.8
118.90	-8.0	-25.5	-125.3
118.40	-0.9	-0.1	-132.0
117.39	18.7	69.5	-99.2
116.49	42.4	153.1	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	-0.1	0.0	0.0
121.30	-1.5	-2.9	-1.0
120.80	-2.9	-6.8	-3.3
120.33	-4.4	-10.6	-7.4
120.25	-4.7	-11.3	-8.2
119.75	-4.6	-10.0	-13.6
119.70	-4.6	-9.8	-14.1
119.30	-4.3	-7.7	-17.6
119.20	-4.1	-7.0	-18.3
118.90	-3.6	-5.0	-20.2
118.40	-2.7	-0.6	-21.6
117.39	0.1	11.4	-16.6
116.49	3.7	25.9	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	-0.5	-1.6	-0.1
121.30	-6.5	-21.8	-11.1
120.80	-10.1	-34.3	-25.1
120.33	-14.0	-46.1	-44.1
120.25	-14.6	-48.1	-47.7
119.75	-13.1	-42.1	-70.5
119.70	-12.8	-41.2	-72.5
119.30	-10.3	-31.8	-87.2
119.20	-9.4	-28.9	-90.3
118.90	-6.4	-19.9	-97.7
118.40	-0.9	-0.1	-102.9
117.39	14.4	54.2	-77.3
116.49	32.8	119.4	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	-0.1	0.0	0.0
121.30	-1.3	-2.4	-0.8
120.80	-2.5	-5.7	-2.8
120.33	-3.7	-8.8	-6.2
120.25	-3.9	-9.4	-6.9
119.75	-3.9	-8.3	-11.3
119.70	-3.8	-8.1	-11.7
119.30	-3.5	-6.4	-14.7
119.20	-3.4	-5.8	-15.3
118.90	-3.0	-4.2	-16.8
118.40	-2.2	-0.5	-18.0
117.39	0.1	9.5	-13.8
116.49	3.1	21.6	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	-0.4	-1.5	-0.1
121.30	-5.2	-19.4	-10.3
120.80	-7.7	-28.6	-22.3
120.33	-10.3	-37.3	-37.9
120.25	-10.7	-38.7	-40.8
119.75	-9.2	-33.8	-59.1
119.70	-9.0	-33.1	-60.7
119.30	-6.7	-25.4	-72.6
119.20	-6.0	-23.0	-75.0
118.90	-3.3	-15.7	-80.9
118.40	1.4	0.4	-84.9
117.39	14.3	44.7	-63.5
116.49	29.8	97.9	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
122.40	0.0	0.0	0.0
122.36	0.0	0.0	0.0
122.27	0.0	0.0	0.0
121.30	0.0	0.0	0.0
120.80	0.0	0.0	0.0
120.33	0.0	0.0	0.0
120.25	0.0	0.0	0.0
119.75	0.0	0.0	0.0
119.70	0.0	0.0	0.0
119.30	0.0	0.0	0.0
119.20	0.0	0.0	0.0
118.90	0.0	0.0	0.0
118.40	0.0	0.0	0.0
117.39	0.0	0.0	0.0
116.49	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 2.642E+4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
122.40	-9.2	122.36	-9.1	122.36	-9.1	122.27	-8.8	122.27	-8.8	122.18	-8.6	121.40	-6.7
121.30	-6.5	121.30	-6.5	121.20	-6.3	120.90	-5.5	120.80	-5.3	120.80	-5.3	120.70	-5.1
120.40	-4.4	120.33	-4.2	120.33	-4.2	120.25	-4.0	120.25	-4.0	120.15	-3.8	119.85	-3.2
119.75	-3.0	119.75	-3.0	119.70	-2.9	119.70	-2.9	119.60	-2.7	119.40	-2.3	119.30	-2.1
119.30	-2.1	119.20	-1.9	119.20	-1.9	119.10	-1.8	119.00	-1.6	118.90	-1.4	118.90	-1.4

118.80 -1.3 118.50 -0.9 118.40 -0.8 118.40 -0.8 118.30 -0.7 117.49 -0.1 117.39 -0.1  
 117.39 -0.1 117.29 -0.1 116.59 0.0 116.49 0.0

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 2.642E+4 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
122.40	0.0	122.36	0.0	122.36	0.0	122.27	0.0	122.27	0.0	122.18	0.0	121.40	0.0
121.30	0.0	121.30	0.0	121.20	0.0	120.90	0.0	120.80	0.0	120.80	0.0	120.70	0.0
120.40	0.0	120.33	0.0	120.33	0.0	120.25	0.0	120.25	0.0	120.15	0.0	119.85	0.0
119.75	0.0	119.75	0.0	119.70	0.0	119.70	0.0	119.60	0.0	119.40	0.0	119.30	0.0
119.30	0.0	119.20	0.0	119.20	0.0	119.10	0.0	119.00	0.0	118.90	0.0	118.90	0.0
118.80	0.0	118.50	0.0	118.40	0.0	118.40	0.0	118.30	0.0	117.49	0.0	117.39	0.0
117.39	0.0	117.29	0.0	116.59	0.0	116.49	0.0						

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 116.489 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 116.489 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 264.0 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 0.1 kN

N<sub>Ed</sub> = 1.8 kN (Druck)

Profil: HEB 300 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 300.0 mm

t<sub>f</sub> = 19.0 mm / t<sub>w</sub> = 11.0 mm

A = 149.0 cm<sup>2</sup> / r = 27.0 mm

W<sub>pl</sub> = 1869.0 cm<sup>3</sup> / I = 25166.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 18.9 (St.) / 6.2 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 439.2 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 642.4 kN (μ = 0.000)

N<sub>pl,Rd</sub> = 3501.5 kN (μ = 0.001)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Rd</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> = 439.2 kN·m

μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>pl,Rd</sub> = 0.601

Knicklänge = 9.330 m

N<sub>cr</sub> = 5992.0 kN

N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.000 ≤ 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.601

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 33.8 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

max M<sub>d</sub> = 132.0 kN·m/m (Tiefe = 118.40 m)

Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -0.9 kN/m; Q<sub>d</sub> = -0.1 kN/m; w<sub>k</sub> = 3.7 mm

max Q<sub>d</sub> = 153.1 kN·m/m (Tiefe = 116.49 m)

Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = 42.4 kN/m; M<sub>d</sub> = 0.0 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 0.0 mm

max N<sub>d</sub> = 42.4 kN/m (Tiefe = 116.49 m)

Zugehörige Werte: Q<sub>d</sub> = 153.1 kN/m; M<sub>d</sub> = 0.0 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 0.0 mm

max  $w_k = 44.5$  mm (Tiefe = 122.40 m)  
 Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0$  kN/m;  $Q_d = 0.0$  kN/m;  $M_d = 0.0$  kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
 Einbindetiefe  $t_g = 4.55$  m  
 Profillänge = 6.70 m  
 Verlängerung (Summe V) = 0.04 m

**Nachweis Summe H**

$E_{ph,d} = 399.34$  kN/m  
 ( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
 ( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 91.51$  kN/m  
 $B_{h,d} = 213.70$  kN/m  
 ( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (91.51 + 213.70) / 399.34$   
 $\mu = 305.21 / 399.34 = 0.76$

**Nachweis Summe V**

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

**Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands**

Bedingung:  $G_k - G'_k + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 3.90$  kN/m  
 $G'_k = 0.00$  kN/m  
 $P_{v,k} = 0.00$  kN/m  
 $E_{av,k} = 12.74$  kN/m ( $E_{ah,k} = 46.14$  kN/m)  
 $C_{h,k} = 35.83$  kN/m  
 $B_{v,k} = -19.30$  kN/m  
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$   
 Summe  $V_k = 4.19$  kN/m (Druck)

**Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit**

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: HEB 300

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600$  m

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (100.51 - 1/2 \cdot 71.66) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 14.50$  kN  
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 71.66 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 10.96$  kN

$q_{b,k} = 1.50$  MN/m<sup>2</sup>

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94$  kN

**Mantelreibung**

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
120.25	119.20	40.00	MS 2.1: Auelehm
119.20	118.90	60.00	MS 2.2: Auesand
118.90	115.70	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 115.74 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 115.74 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.04 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 116.49 bis 115.74 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 295.04 / 1.40 = 210.74$  kN

$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 6.03 / 1.40 = 4.31$  kN

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 56.71 / 1.40 = 40.51$  kN

$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 583.96$  kN

**Einwirkungen**

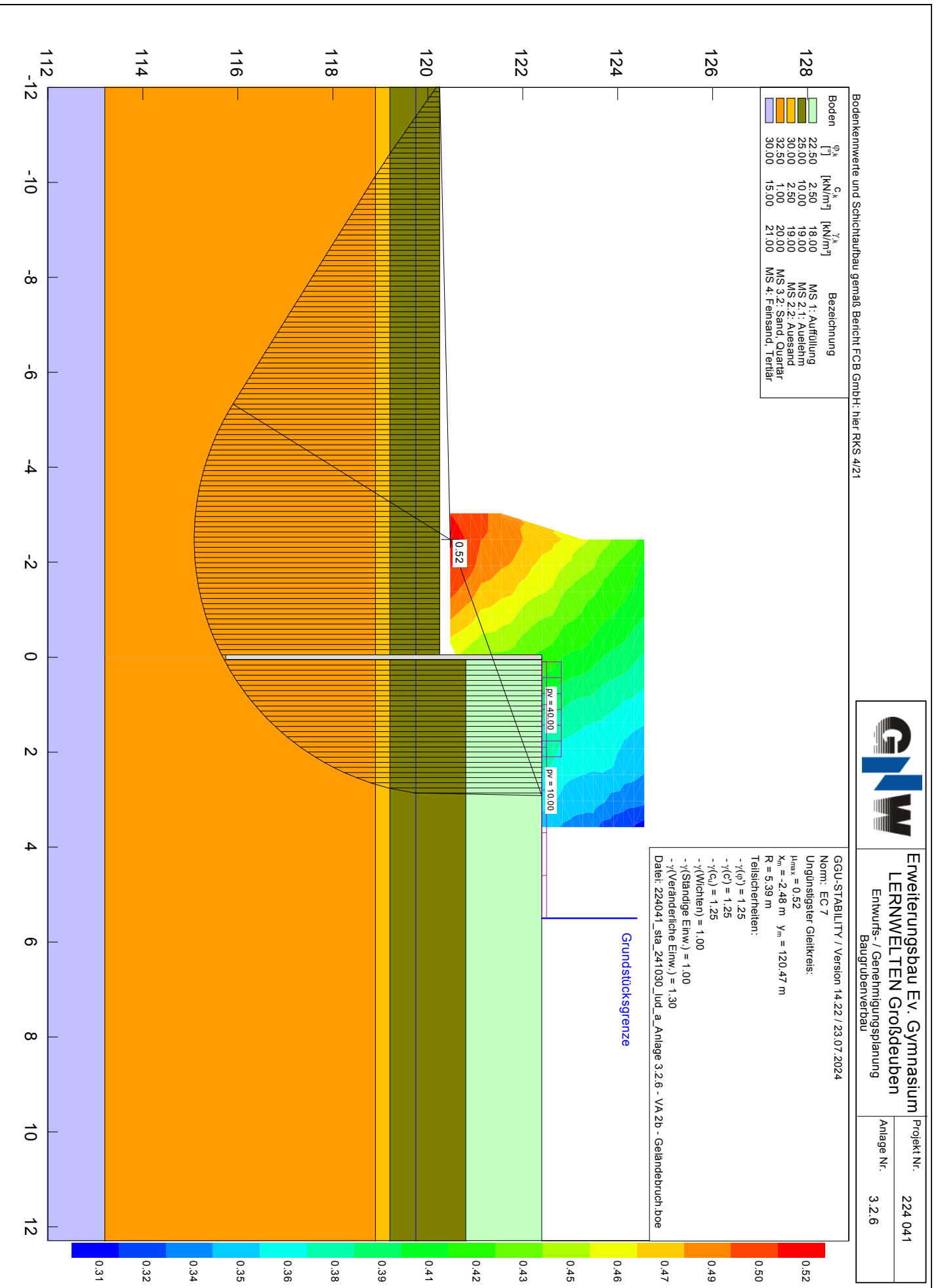
$V_d = G_d - G'_k + E_{av,d} + P_{v,d} = 9.41 - 0.00 + 32.64 + 0.00 = 42.05$  kN

==>  $\mu = V_d / R_d = 42.05 / 583.96 = 0.07$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

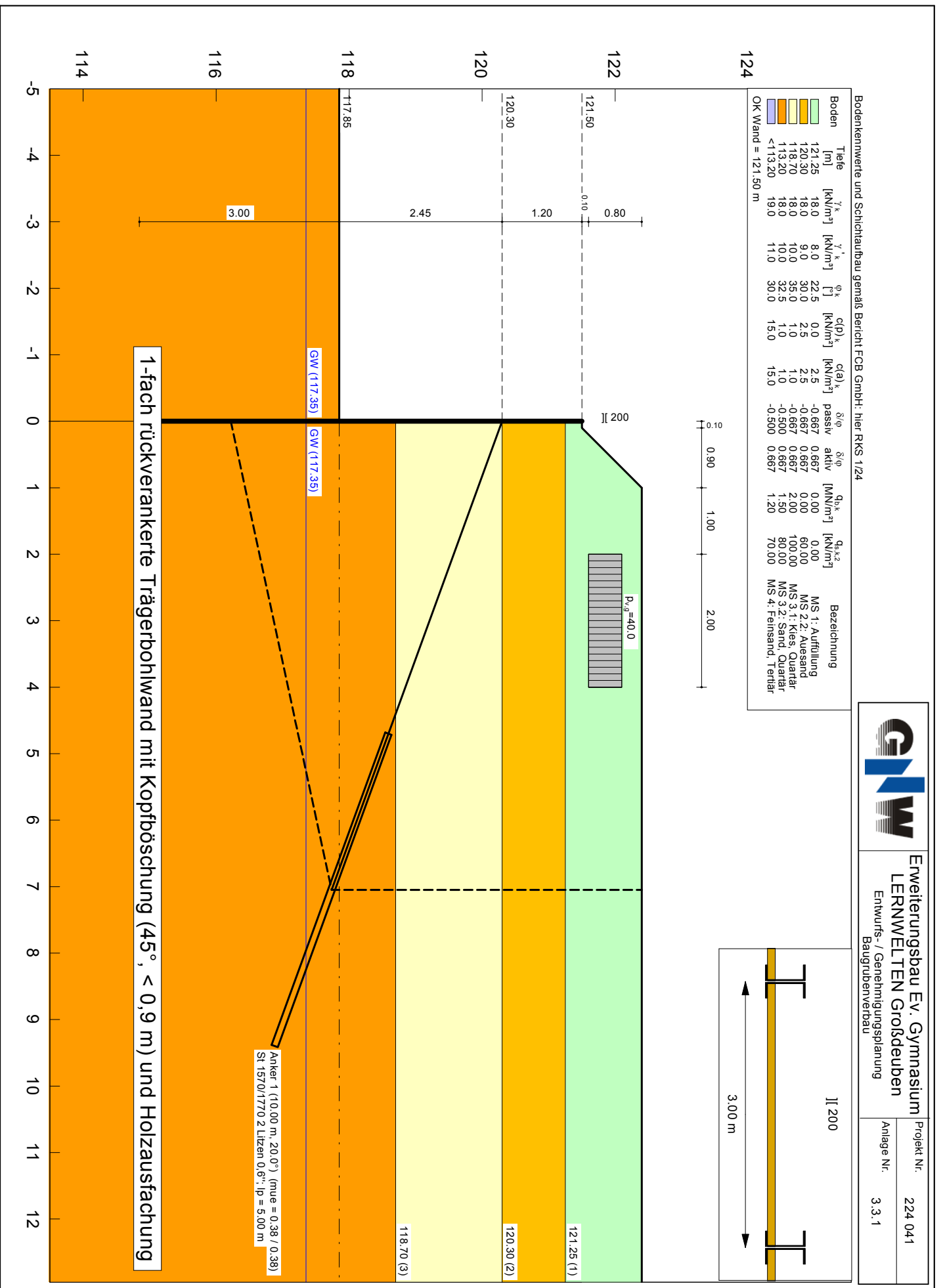
Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99  
Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt  
Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$   
Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$   
Berechnungsebene = 115.74 m  
Breite = 0.49 m  
Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 83.92 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)  
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 45.66$  [kN/m]  
Kohäsionskraft  $K_k = 23.91$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1074.05$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 30.42$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 10.61$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_d = 19.296 / N_b = 10.742 / N_c = 31.163$   
 $\sigma_{\bar{u}} = 90.845$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.114$   
 $\mu_e = [83.92 \cdot 1.20] / [(1074.05 + 23.91 + 45.66) / 1.300] = 0.114$





**Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium LERNWELTEN Großdeuben**  
Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
Baugrubenverbaubau

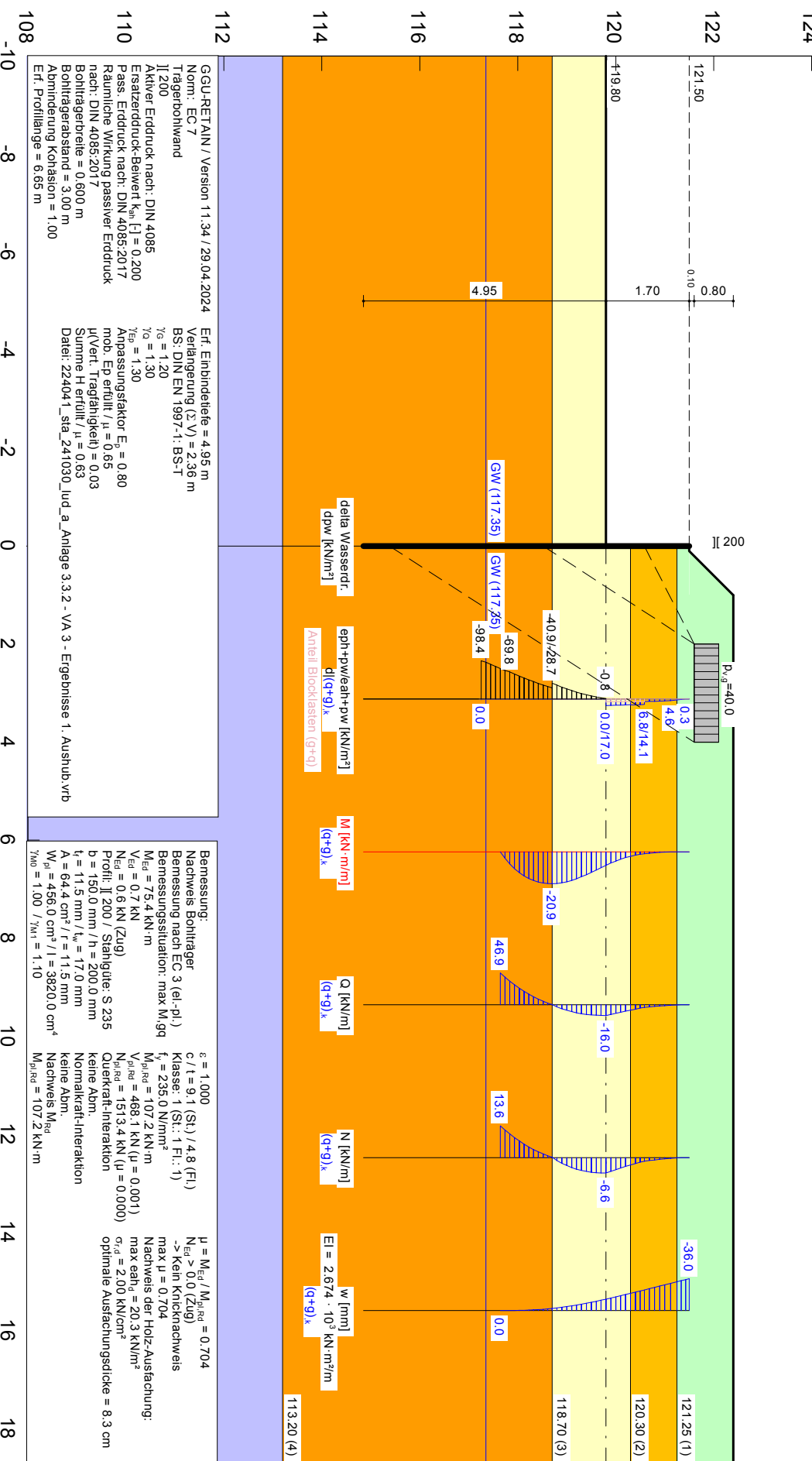
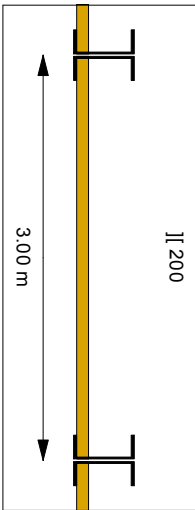
Projekt Nr. 224 041  
Anlage Nr. 3.2.6



Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$q_{a,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	121,25	18,0	8,0	22,5	0,0	2,5	-0,667	0,667	0,00	0,00	MS 1: Auffüllung
	120,30	18,0	9,0	30,0	2,5	2,5	-0,667	0,667	0,00	60,00	MS 2: Auesand
	118,70	18,0	10,0	35,0	1,0	1,0	-0,667	0,667	2,00	100,00	MS 3.1: Kies, Quaritär
	113,20	18,0	10,0	32,5	1,0	1,0	-0,300	0,667	1,30	80,00	MS 3.2: Sand, Quaritär
	<113,20	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,300	0,667	1,20	70,00	MS 4: Feinsand, Tertitär

OK Wand = 121,50 m



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Norm: EC 7

Trägerbohrwand

II 200

Aktiver Erdruck nach: DIN 4085

Ersatzerdrukk-Bewert  $K_{a0} [\ ] = 0,200$

Pass. Erdrukk nach: DIN 4085:2017

Räumliche Wirkung passiver Erdrukk nach: DIN 4085:2017

Bohrträgerbreite = 0,600 m

Bohrträgerabstand = 3,00 m

Abminderung Kohäsion = 1,00

Erf. Profillänge = 6,65 m

Erf. Einbindetiefe = 4,95 m

Verlängerung (2.V): = 2,36 m

BS: DIN EN 1997-1; BS-1

$\gamma_g = 1,20$

$\gamma_{g0} = 1,30$

Anpassungsfaktor  $E_s = 0,80$

mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0,65$

$\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0,03

Stärke H erfüllt /  $\mu = 0,63$

Datei: 22404\_1\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.3.2 - VA 3 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Bemessung:

Nachweis Bohrtträger

Bemessung nach EC 3 (el-pi)

Bemessungssituation: max M<sub>1,gd</sub>

M<sub>Ed</sub> = 75,4 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 0,7 kN

Profil: II 200 / Stahlgüte: S 235

N<sub>Ed</sub> = 0,6 kN (Zug)

b = 150,0 mm / h = 200,0 mm

t<sub>f</sub> = 11,5 mm / t<sub>w</sub> = 17,0 mm

A = 64,4 cm<sup>2</sup> / I = 11,5 mm

W<sub>pl</sub> = 456,0 cm<sup>3</sup> / I = 3820,0 cm<sup>4</sup>

$\gamma_{M0} = 1,00$  /  $\gamma_{M1} = 1,10$

c = 1,000

c / I = 9,1 (St.) / 4,8 (Fl)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

I<sub>y</sub> = 235,0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Ed</sub> = 107,2 kN·m

V<sub>pl,Ed</sub> = 468,1 kN ( $\mu = 0,001$ )

N<sub>pl,Ed</sub> = 1513,4 kN ( $\mu = 0,000$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Ed</sub>

M<sub>pl,Ed</sub> = 107,2 kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Ed} = 0,704$

N<sub>Ed</sub> > 0,0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0,704$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah<sub>0</sub> = 20,3 kN/m<sup>2</sup>

$\sigma_{t,d} = 2,00$  kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 8,3 cm



Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium LERNWELTEN Großdeuben

Entwurfs- / Genehmigungsplanung

Baugrubenvorbau

Projekt Nr.: 224 041

Anlage Nr.: 3.3.2

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.3.2 - VA 3 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 119.80 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m

Grundwasserstand (links) = 117.35 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.00	0.90	0.04	0.03	0.30	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	2.00	4.00	121.60

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	120.58	118.52	115.38	7.26	7.26	7.26	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 Eph,d = 74.90 kN/m (Epv,d = -31.37 kN/m)  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000  
 Bh(g+q),d = 74.90 kN/m  
 Bh,g,d = 74.90 kN/m  
 Bh,q,d = 0.00 kN/m  
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte C<sub>h</sub> (Blum)  
 C<sub>h,k</sub> = 46.94 kN/m  
 C<sub>h,g,k</sub> = 46.94 kN/m  
 C<sub>h,q,k</sub> = 0.00 kN/m  
 C<sub>h,w,k</sub> = 0.00 kN/m

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	γ <sub>k</sub>	γ' <sub>k</sub>	φ <sub>k</sub>	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q <sub>b,k</sub>	q <sub>s,k2</sub>
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.25	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	120.30	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
3	118.70	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

**Aktive Erddruckbeiwerte**

Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k <sub>agh</sub>	k <sub>ach</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.25	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	120.30	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
3	118.70	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
4	113.20	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

**Aktive Erddruckordinaten ((g+q),k)**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.425	0.000	0.271	0.00	0.00
121.425	121.250	0.272	2.757	0.00	0.00
121.250	121.120	2.759	4.607	0.00	0.00
121.120	120.583	4.608	6.832	0.00	0.00
120.583	120.400	14.096	15.017	0.00	0.00
120.400	120.300	15.017	15.520	0.00	0.00
120.300	119.800	14.933	16.953	0.00	0.00
119.800	119.500	0.000	0.000	0.00	0.00
119.500	118.700	0.000	0.000	0.00	0.00
118.700	118.517	0.000	0.000	0.00	0.00
118.517	118.420	0.000	0.000	0.00	0.00
118.420	117.642	0.000	0.000	0.00	0.00
117.642	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	115.382	0.000	0.000	0.00	0.00
115.382	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

**Passive Erddruckbeiwerte**

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	118.70	7.264	6.835	35.000	-23.34	14.57
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
120.30	119.80	0.00	0.00
119.80	119.50	-0.84	-7.71
119.50	118.70	-7.71	-40.89
118.70	118.52	-28.69	-35.99
118.52	118.42	-35.99	-40.18
118.42	117.64	-40.18	-78.44
117.64	117.35	-78.44	-94.42
117.35	115.38	-94.42	-149.41
115.38	113.20	-149.41	-199.36
113.20	100.00	-219.62	-514.42

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.4	-0.9	-0.1
120.58	-1.8	-4.6	-1.5
120.40	-3.0	-7.8	-2.6
120.30	-3.7	-9.6	-3.5
119.80	-7.9	-19.2	-10.6
119.50	-7.5	-17.9	-16.3
118.70	0.2	0.2	-25.1
118.52	1.9	6.2	-24.6
118.42	3.0	9.9	-23.8
117.64	16.3	56.3	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.4	-0.9	-0.1
120.58	-1.8	-4.6	-1.5
120.40	-3.0	-7.8	-2.6
120.30	-3.7	-9.6	-3.5
119.80	-7.9	-19.2	-10.6
119.50	-7.5	-17.9	-16.3
118.70	0.2	0.2	-25.1
118.52	1.9	6.2	-24.6
118.42	3.0	9.9	-23.8
117.64	16.3	56.3	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.3	-0.8	-0.1
120.58	-1.5	-3.8	-1.3
120.40	-2.5	-6.5	-2.2
120.30	-3.1	-8.0	-2.9
119.80	-6.6	-16.0	-8.9
119.50	-6.2	-15.0	-13.5
118.70	0.2	0.2	-20.9
118.52	1.6	5.2	-20.5
118.42	2.5	8.3	-19.8
117.64	13.6	46.9	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.3	-0.8	-0.1
120.58	-1.5	-3.8	-1.3
120.40	-2.5	-6.5	-2.2
120.30	-3.1	-8.0	-2.9
119.80	-6.6	-16.0	-8.9
119.50	-6.2	-15.0	-13.5
118.70	0.2	0.2	-20.9
118.52	1.6	5.2	-20.5
118.42	2.5	8.3	-19.8
117.64	13.6	46.9	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	0.0	0.0	0.0
121.12	0.0	0.0	0.0
120.58	0.0	0.0	0.0
120.40	0.0	0.0	0.0
120.30	0.0	0.0	0.0
119.80	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0
118.70	0.0	0.0	0.0
118.52	0.0	0.0	0.0
118.42	0.0	0.0	0.0
117.64	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	0.0	0.0	0.0
121.12	0.0	0.0	0.0
120.58	0.0	0.0	0.0
120.40	0.0	0.0	0.0
120.30	0.0	0.0	0.0
119.80	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0
118.70	0.0	0.0	0.0
118.52	0.0	0.0	0.0
118.42	0.0	0.0	0.0
117.64	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 2.674E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	-43.1	121.42	-41.9	121.42	-41.9	121.34	-40.4	121.34	-40.4	121.25	-39.0	121.25	-39.0
121.12	-36.8	121.12	-36.8	121.00	-34.8	120.69	-29.7	120.58	-27.9	120.58	-27.9	120.50	-26.6
120.50	-26.6	120.40	-24.9	120.40	-24.9	120.30	-23.3	120.30	-23.3	120.20	-21.7	119.90	-17.0
119.80	-15.4	119.80	-15.4	119.70	-14.0	119.60	-12.5	119.50	-11.2	119.50	-11.2	119.40	-9.8
118.80	-3.6	118.70	-2.8	118.70	-2.8	118.61	-2.2	118.61	-2.2	118.52	-1.7	118.52	-1.7
118.42	-1.2	118.42	-1.2	118.32	-0.9	117.74	0.0	117.64	0.0				

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 2.674E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	0.0	121.42	0.0	121.42	0.0	121.34	0.0	121.34	0.0	121.25	0.0	121.25	0.0

121.12	0.0	121.12	0.0	121.00	0.0	120.69	0.0	120.58	0.0	120.58	0.0	120.50	0.0
120.50	0.0	120.40	0.0	120.40	0.0	120.30	0.0	120.30	0.0	120.20	0.0	119.90	0.0
119.80	0.0	119.80	0.0	119.70	0.0	119.60	0.0	119.50	0.0	119.50	0.0	119.40	0.0
118.80	0.0	118.70	0.0	118.70	0.0	118.61	0.0	118.61	0.0	118.52	0.0	118.52	0.0
118.42	0.0	118.42	0.0	118.32	0.0	117.74	0.0	117.64	0.0				

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]  
phi,g,d: 0.00000000  
Theoretischer Fußpunkt = 117.642 m  
phi,w,k: 0.00000000  
Theoretischer Fußpunkt = 117.642 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
Bemessungssituation: max M,gq  
 $M_{Ed} = 75.4 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{Ed} = 0.7 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} = 0.6 \text{ kN}$  (Zug)  
Profil: ]I 200 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 150.0 \text{ mm}$  /  $h = 200.0 \text{ mm}$   
 $t_f = 11.5 \text{ mm}$  /  $t_w = 17.0 \text{ mm}$   
 $A = 64.4 \text{ cm}^2$  /  $r = 11.5 \text{ mm}$   
 $W_{pl} = 456.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 3820.0 \text{ cm}^4$   
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$

$c / t = 9.1$  (St.) /  $4.8$  (Fl.)  
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 107.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 468.1 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.001$ )  
 $N_{pl,Rd} = 1513.4 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.000$ )  
Querkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 107.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.704$   
 $N_{Ed} > 0.0$  (Zug)  
-> Kein Knicknachweis  
max  $\mu = 0.704$

Nachweis der Holz-Ausfachung:  
max  $e_{ah}(d) = 20.3 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma(r,d) = 2.00 \text{ kN/cm}^2$   
optimale Ausfachungsdicke = 8.3 cm

max  $M_d = 25.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.70 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.2 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.2 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 2.4 \text{ mm}$

max  $Q_d = 56.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 117.64 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 16.3 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 16.3 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 117.64 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = 56.3 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 36.0 \text{ mm}$  (Tiefe = 121.50 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 4.95 \text{ m}$   
Profillänge = 6.65 m  
Verlängerung (Summe V) = 2.36 m

Nachweis Summe H  
 $E_{ph,d} = 209.57 \text{ kN/m}$   
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)



(Eph,d berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$$E_{ah,d} = 57.66 \text{ kN/m}$$

$$B_{h,d} = 74.90 \text{ kN/m}$$

(Bh,d über rechnerisches Auflager)

$$E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d} \text{ (Nachweis OK)}$$

$$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$$

$$\mu = (57.66 + 74.90) / 209.57$$

$$\mu = 132.56 / 209.57 = 0.63$$

Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich E<sub>pv</sub> (B<sub>v</sub>) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für C<sub>h</sub> und C<sub>v</sub> erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

$$\text{Bedingung: } G_k - G'_{v,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$$

$$G_k = 0.72 \text{ kN/m}$$

$$G'_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$E_{av,k} = 5.60 \text{ kN/m (} E_{ah,k} = 14.30 \text{ kN/m)}$$

$$C_{h,k} = 9.39 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = -5.27 \text{ kN/m}$$

$$\delta_c [^\circ] = 10.8$$

$$\text{Summe } V_k = 2.85 \text{ kN/m (Druck)}$$

Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: ]] 200

Berechnung als Bohrpfahl mit D = 0.600 m

$$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Bv,d} = (37.75 - 1/2 \cdot 28.16) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 5.31 \text{ kN}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 28.16 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 4.31 \text{ kN}$$

$$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$$

$$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$$

Mantelreibung

von	bis	q <sub>s,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
119.80	118.70	100.00	MS 3.1: Kies, Quartär
118.70	114.85	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

$$\text{Mantelfläche bis } 117.21 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$$

$$\text{Mantelfläche ab } 117.21 \text{ m} = 1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Profilverlängerung} = 2.36 \text{ m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Mantelfläche (TF + dt1) von } 117.64 \text{ bis } 117.21 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 216.01 / 1.40 = 154.29 \text{ kN}$$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 355.88 / 1.40 = 254.20 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 32.55 / 1.40 = 23.25 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 744.29 \text{ kN}$$

Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{v,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 4.03 - 0.00 + 20.18 + 0.00 = 24.21 \text{ kN}$$

$$\implies \mu = V_d / R_d = 24.21 / 744.29 = 0.03$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.300$$

$$\text{Berechnungsebene} = 117.21 \text{ m}$$

$$\text{Breite} = 0.37 \text{ m}$$

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 29.33 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{(Verkehr erhöht mit Faktor} = 1.083)$$

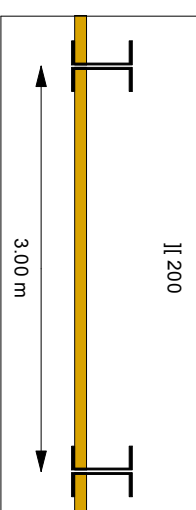
$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 32.69 \text{ [kN/m]}$$

Kohäsionskraft  $K_k = 6.09$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 651.00$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 31.05$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 9.92$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_d = 20.740$  /  $N_b = 11.883$  /  $N_c = 32.794$   
 $\sigma_{\bar{u}} = 64.841$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.066$   
 $\text{mue} = [29.33 \cdot 1.20] / [(651.00 + 6.09 + 32.69) / 1.300] = 0.066$

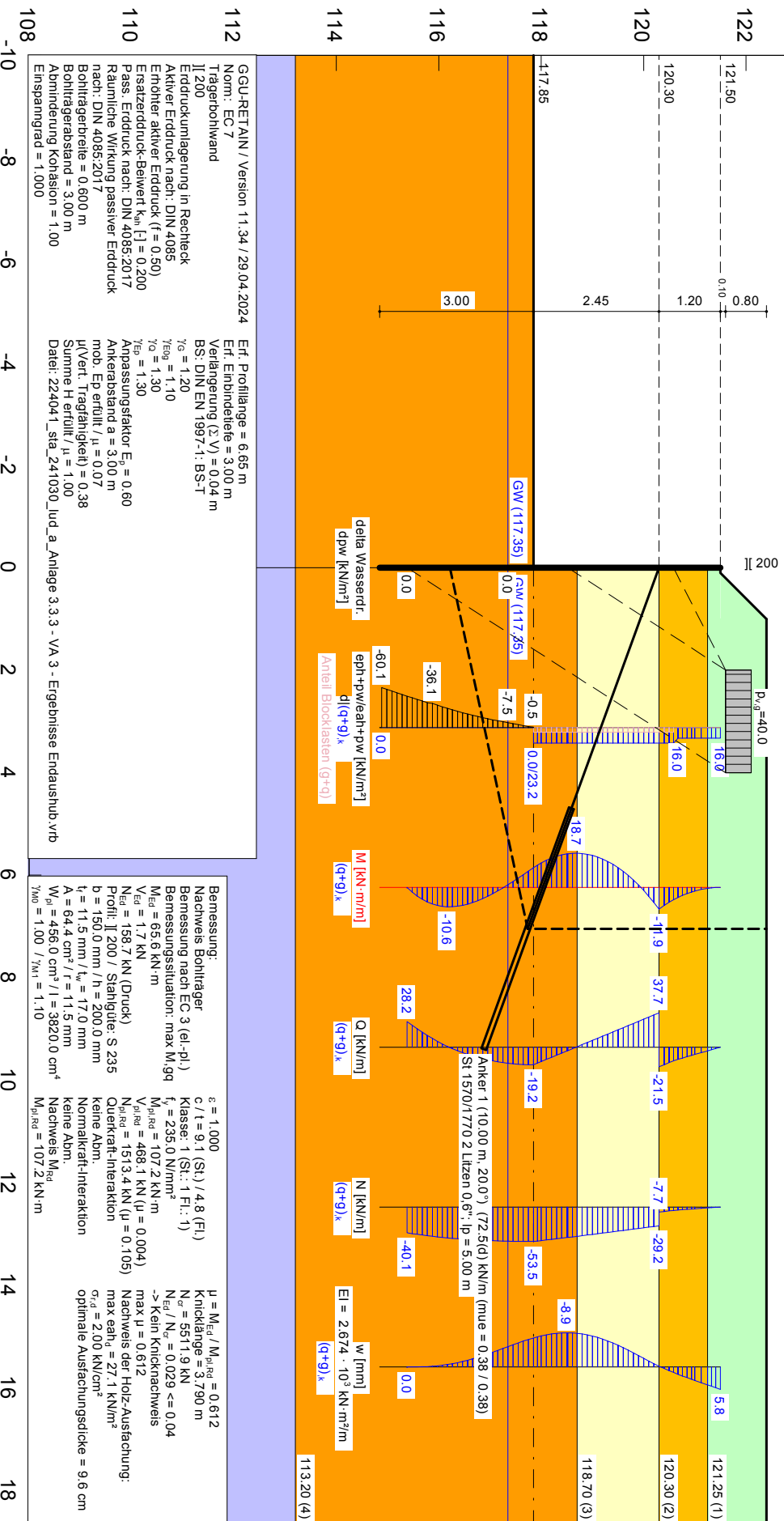
Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$	$q_{a,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,z}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	121,25	18,0	8,0	22,5	0,0	2,5	-0,667	0,667	0,00	0,00	0,00	MS 1: Auffüllung
	120,30	18,0	9,0	35,0	2,5	1,0	-0,667	0,667	0,00	60,00	100,00	MS 2: Auesand
	118,70	18,0	10,0	35,0	1,0	1,0	-0,667	0,667	2,00	80,00	100,00	MS 3.1: Kies, Quarz
	113,20	18,0	10,0	32,5	1,0	1,0	-0,300	0,667	1,30	80,00	80,00	MS 3.2: Sand, Quarz
	<113,20	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,300	0,667	1,20	70,00	70,00	MS 4: Feinsand, Tonf.ter

OK Wand = 121,50 m



Ad = 241,2 KN



GGU-RETAI.N / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Trägerbohrwand  
 II 200  
 Erdrukmulagerung in Rechteck  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Einheitsaktiver Erddruck ( $\tau = 0,50$ )  
 Ersatzerdrukbewert  $K_{a0}$  [ $\tau = 0,200$ ]  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohrtägerbreite = 0,600 m  
 Bohrtägerabstand = 3,00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1,00  
 Einspanngrad = 1,000

Eff. Profillänge = 6,65 m  
 Eff. Einbindetiefe = 3,00 m  
 Verlängerung ( $\alpha$  V) = 0,04 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T  
 $\gamma_G = 1,20$   
 $\gamma_{F0} = 1,10$   
 $\gamma_{F1} = 1,30$   
 Anpassungsfaktor  $E_{a,0} = 0,60$   
 Ankerabstand  $a = 3,00$  m  
 mod. Ep erfüllt /  $\mu = 0,07$   
 H(Vert. Tragfähigkeit) = 0,38  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 1,00$   
 Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.3.3 - VA 3 - Ergebnisse Erdaushub.vrb

Bemessung:  
 Nachweis Bohrtäger  
 Bemessung nach EC 3 (el-pi)  
 Bemessungssituation: max M, qd  
 $M_{Ed} = 65,6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 1,7$  kN  
 $N_{Ed} = 158,7$  kN (Druck)  
 Profil: II 200 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 150,0$  mm /  $h = 200,0$  mm  
 $t_f = 11,5$  mm /  $t_w = 17,0$  mm  
 $A = 64,4$  cm<sup>2</sup> /  $I_y = 11,5$  mm<sup>4</sup>  
 $W_{pl,y} = 456,0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 3820,0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1,00$  /  $\gamma_{M1} = 1,10$

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.3.3 - VA 3 - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert  
k = charakteristisch  
g = Ständig, einschließlich Wasserdruck  
q = Veränderlich  
g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck  
w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m  
Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 117.85 m  
Räumliche Wirkung passiver Erddruck  
nach: DIN 4085:2017  
Bohlträgerbreite = 0.600 m  
Bohlträgerabstand = 3.00 m  
Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m  
Grundwasserstand (links) = 117.35 m  
Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma(G,Ruhe) = 1.10$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.00	0.90	0.04	0.05	0.47	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.  
Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.  
Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	40.00	0.00	2.00	4.00	121.60

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	120.58	118.52	115.38	7.26	7.26	7.26	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung in Rechteck

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 51.83 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -19.94 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 51.83 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 51.83 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 28.25 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 28.25 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen  
 $N_{d'}$  = Bemessungswert (Anker) mit BS-P (1.275/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N(g+q+w),k$	$N(g+w),k$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{d'}$	Anker
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m <sup>2</sup> /m]	[kN/m]	
1	120.30	20.00	7.50	72.51	63.05	63.05	0.00	2.100E+7	-	80.39	Anker

Gewählte Ankerstähle

Ankerabstand = 3.00 m

Nr.	Ankerstahl	$A_{Ed}$ [kN]	$A_{Rd}$ [kN]
1	St 1570/1770 2 Litzen 0,6"	241.2	365.2

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.25	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	120.30	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
3	118.70	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  [-] = 0.200

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.25	0.501	0.555	22.500	15.01	51.51
2	120.30	0.390	0.461	30.000	20.01	55.98
3	118.70	0.325	0.406	35.000	23.34	58.94
4	113.20	0.357	0.433	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.390	0.461	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.406	15.972	15.972	0.00	0.00
121.406	121.250	15.972	15.972	0.00	0.00
121.250	120.936	15.972	15.972	0.00	0.00
120.936	120.583	15.972	23.236	0.00	0.00
120.583	120.500	23.236	23.236	0.00	0.00
120.500	120.300	23.236	23.236	0.00	0.00
120.300	119.500	23.236	23.236	0.00	0.00
119.500	118.700	23.236	23.236	0.00	0.00
118.700	118.517	23.236	23.236	0.00	0.00
118.517	118.500	23.236	23.236	0.00	0.00

118.500	117.850	23.236	23.236	0.00	0.00
117.850	117.450	0.000	0.000	0.00	0.00
117.450	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	116.464	0.000	0.000	0.00	0.00
116.464	115.480	0.000	0.000	0.00	0.00
115.480	115.382	0.000	0.000	0.00	0.00
115.382	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte  
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)  
 Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
118.50	117.85	0.00	0.00
117.85	117.45	-0.51	-5.79
117.45	117.35	-5.79	-7.53
117.35	116.46	-7.53	-22.24
116.46	115.48	-22.24	-44.66
115.48	115.38	-44.66	-47.11
115.38	113.20	-47.11	-89.26
113.20	100.00	-111.27	-332.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.7	-0.1	
121.25	-1.3	-4.6	-0.6	
120.94	-3.4	-10.4	-2.9	
120.58	-6.0	-17.2	-7.7	
120.50	-6.8	-19.5	-9.3	
120.30	-8.9	-24.9	-13.7	-68.8
120.30	-33.9	43.9	-13.7	
119.50	-43.4	22.2	12.8	
118.70	-52.9	0.6	21.9	
118.52	-54.9	-4.4	21.5	
118.50	-55.1	-4.9	21.4	
117.85	-62.2	-22.5	12.6	
117.45	-61.9	-21.2	3.7	
117.35	-61.7	-20.5	1.7	
116.46	-58.0	-7.0	-11.5	
115.48	-47.9	28.2	-3.0	
115.38	-46.5	33.0	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.7	-0.1	
121.25	-1.3	-4.6	-0.6	
120.94	-3.4	-10.4	-2.9	
120.58	-6.0	-17.2	-7.7	
120.50	-6.8	-19.5	-9.3	
120.30	-8.9	-24.9	-13.7	-68.8
120.30	-33.9	43.9	-13.7	
119.50	-43.4	22.2	12.8	
118.70	-52.9	0.6	21.9	
118.52	-54.9	-4.4	21.5	
118.50	-55.1	-4.9	21.4	

117.85	-62.2	-22.5	12.6
117.45	-61.9	-21.2	3.7
117.35	-61.7	-20.5	1.7
116.46	-58.0	-7.0	-11.5
115.48	-47.9	28.2	-3.0
115.38	-46.5	33.0	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.4	-1.5	-0.1	
121.25	-1.1	-4.0	-0.5	
120.94	-3.0	-9.0	-2.5	
120.58	-5.2	-15.0	-6.7	
120.50	-5.9	-16.9	-8.0	
120.30	-7.7	-21.5	-11.9	-59.3
120.30	-29.2	37.7	-11.9	
119.50	-37.4	19.1	10.8	
118.70	-45.5	0.5	18.7	
118.52	-47.3	-3.7	18.4	
118.50	-47.4	-4.1	18.3	
117.85	-53.5	-19.2	10.8	
117.45	-53.3	-18.1	3.2	
117.35	-53.1	-17.5	1.4	
116.46	-49.9	-6.0	-9.9	
115.48	-41.3	24.1	-2.6	
115.38	-40.1	28.2	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.4	-1.5	-0.1	
121.25	-1.1	-4.0	-0.5	
120.94	-3.0	-9.0	-2.5	
120.58	-5.2	-15.0	-6.7	
120.50	-5.9	-16.9	-8.0	
120.30	-7.7	-21.5	-11.9	-59.3
120.30	-29.2	37.7	-11.9	
119.50	-37.4	19.1	10.8	
118.70	-45.5	0.5	18.7	
118.52	-47.3	-3.7	18.4	
118.50	-47.4	-4.1	18.3	
117.85	-53.5	-19.2	10.8	
117.45	-53.3	-18.1	3.2	
117.35	-53.1	-17.5	1.4	
116.46	-49.9	-6.0	-9.9	
115.48	-41.3	24.1	-2.6	
115.38	-40.1	28.2	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	0.0	0.0	0.0	
121.25	0.0	0.0	0.0	
120.94	0.0	0.0	0.0	
120.58	0.0	0.0	0.0	
120.50	0.0	0.0	0.0	
120.30	0.0	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0	
118.70	0.0	0.0	0.0	
118.52	0.0	0.0	0.0	
118.50	0.0	0.0	0.0	
117.85	0.0	0.0	0.0	
117.45	0.0	0.0	0.0	

117.35	0.0	0.0	0.0
116.46	0.0	0.0	0.0
115.48	0.0	0.0	0.0
115.38	0.0	0.0	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	0.0	0.0	0.0	
121.25	0.0	0.0	0.0	
120.94	0.0	0.0	0.0	
120.58	0.0	0.0	0.0	
120.50	0.0	0.0	0.0	
120.30	0.0	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0	
118.70	0.0	0.0	0.0	
118.52	0.0	0.0	0.0	
118.50	0.0	0.0	0.0	
117.85	0.0	0.0	0.0	
117.45	0.0	0.0	0.0	
117.35	0.0	0.0	0.0	
116.46	0.0	0.0	0.0	
115.48	0.0	0.0	0.0	
115.38	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 2.674E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	6.9	121.41	6.4	121.41	6.4	121.33	6.0	121.33	6.0	121.25	5.5	121.25	5.5
121.13	4.9	121.00	4.2	120.94	3.8	120.94	3.8	120.85	3.3	120.67	2.2	120.58	1.7
120.58	1.7	120.50	1.2	120.50	1.2	120.40	0.5	120.40	0.5	120.30	-0.2	120.30	-0.2
120.20	-1.0	119.60	-5.9	119.50	-6.6	119.50	-6.6	119.40	-7.3	118.80	-10.1	118.70	-10.3
118.70	-10.3	118.61	-10.4	118.61	-10.4	118.52	-10.4	118.52	-10.4	118.50	-10.4	118.50	-10.4
118.40	-10.4	117.92	-9.2	117.85	-8.8	117.85	-8.8	117.75	-8.4	117.55	-7.3	117.45	-6.8
117.45	-6.8	117.35	-6.2	117.35	-6.2	117.25	-5.6	116.56	-2.0	116.46	-1.7	116.46	-1.7
116.37	-1.3	115.58	0.0	115.48	0.0	115.48	0.0	115.38	0.0				

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 2.674E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	0.0	121.41	0.0	121.41	0.0	121.33	0.0	121.33	0.0	121.25	0.0	121.25	0.0
121.13	0.0	121.00	0.0	120.94	0.0	120.94	0.0	120.85	0.0	120.67	0.0	120.58	0.0
120.58	0.0	120.50	0.0	120.50	0.0	120.40	0.0	120.40	0.0	120.30	0.0	120.30	0.0
120.20	0.0	119.60	0.0	119.50	0.0	119.50	0.0	119.40	0.0	118.80	0.0	118.70	0.0
118.70	0.0	118.61	0.0	118.61	0.0	118.52	0.0	118.52	0.0	118.50	0.0	118.50	0.0
118.40	0.0	117.92	0.0	117.85	0.0	117.85	0.0	117.75	0.0	117.55	0.0	117.45	0.0
117.45	0.0	117.35	0.0	117.35	0.0	117.25	0.0	116.56	0.0	116.46	0.0	116.46	0.0
116.37	0.0	115.58	0.0	115.48	0.0	115.48	0.0	115.38	0.0				

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.382 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.382 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 65.6 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 1.7 kN

N<sub>Ed</sub> = 158.7 kN (Druck)

Profil: ]I 200 / Stahlgüte: S 235

b = 150.0 mm / h = 200.0 mm

t<sub>f</sub> = 11.5 mm / t<sub>w</sub> = 17.0 mm



$A = 64.4 \text{ cm}^2 / r = 11.5 \text{ mm}$   
 $W_{pl} = 456.0 \text{ cm}^3 / I = 3820.0 \text{ cm}^4$   
 $\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$   
 $\varepsilon = 1.000$   
 $c / t = 9.1 \text{ (St.)} / 4.8 \text{ (Fl.)}$   
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$   
 $M_{pl,Rd} = 107.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $V_{pl,Rd} = 468.1 \text{ kN} (\mu = 0.004)$   
 $N_{pl,Rd} = 1513.4 \text{ kN} (\mu = 0.105)$   
Querkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Normalkraft-Interaktion  
keine Abm.  
Nachweis  $M_{Rd}$   
 $M_{pl,Rd} = 107.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.612$   
Knicklänge = 3.790 m  
 $N_{cr} = 5511.9 \text{ kN}$   
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.029 \leq 0.04$   
-> Kein Knicknachweis  
 $\max \mu = 0.612$

Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 $\max e_{ah}(d) = 27.1 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma_{(r,d)} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$   
optimale Ausfachungsdicke = 9.6 cm

$\max M_d = 21.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.70 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -52.9 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.6 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 8.8 \text{ mm}$

$\max Q_d = 43.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 120.30 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -33.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = -13.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.2 \text{ mm}$

$\max N_d = 62.2 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 117.85 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = -22.5 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 12.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 8.8 \text{ mm}$

$\max w_k = 8.9 \text{ mm}$  (Tiefe = 118.52 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -54.9 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -4.4 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 21.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 3.00 \text{ m}$   
Profillänge = 6.65 m  
Verlängerung (Summe V) = 0.04 m

Nachweis Summe H  
 $E_{ph,d} = 193.84 \text{ kN/m}$   
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)  
 $E_{ah,d} = 141.65 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d} = 51.83 \text{ kN/m}$   
( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (141.65 + 51.83) / 193.84$   
 $\mu = 193.48 / 193.84 = 1.00$

Nachweis Summe V  
Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  (Bv) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.  
Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands  
Bedingung:  $G_k - G^1_k + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 1.11 \text{ kN/m}$   
 $G^1_k = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 21.57 \text{ kN/m}$

$E_{av,k} = 30.99 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 75.79 \text{ kN/m}$ )  
 $C_{h,k} = 5.65 \text{ kN/m}$   
 $B_{v,k} = -3.65 \text{ kN/m}$   
 $\delta_C [^\circ] = 10.8$   
 Summe  $V_k = 51.10 \text{ kN/m}$  (Druck)

**Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit**  
 (Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: J[ 200

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (28.48 - 1/2 \cdot 16.95) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 4.49 \text{ kN}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 16.95 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 2.59 \text{ kN}$

$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$   
 $R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$

**Mantelreibung**

von	bis	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	Bezeichnung
117.85	114.85	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 114.89 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$   
 Mantelfläche ab 114.89 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$   
 Profilverlängerung = 0.04 m ==>  $R_{s2,d}$   
 Mantelfläche (TF + dt1) von 115.38 bis 114.89 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$   
 $R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 223.48 / 1.40 = 159.63 \text{ kN}$   
 $R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 6.03 / 1.40 = 4.31 \text{ kN}$   
 $R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 37.39 / 1.40 = 26.71 \text{ kN}$   
 $R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 500.66 \text{ kN}$

**Einwirkungen**

$V_d = G_d - G',k + E_{av,d} + P_{v,d} = 4.04 - 0.00 + 108.12 + 77.64 = 189.79 \text{ kN}$   
 ==>  $\mu = V_d / R_d = 189.79 / 500.66 = 0.38$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

**Nachweis Tiefe Gleitfuge**

Nachweis mit erhöhtem Erddruck

Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 5.28 m

$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$  und  $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$   
 mögl  $A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{Ep}$  und mögl  $A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{Ep}$   
 $\mu = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe (Ankerw.)	$A_{h,d}$	mögl $A_{h,d}$	$\mu_{e,gq}$	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	$\mu_{e,g}$
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	120.30	7.50	0.00	71.54	188.45	0.380	72.23	188.45	0.383

**Werte für ungünstigste Gleitfuge**

Lastfall: g+q

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.22	-	77.9	31.9	-	-	-	-	-	-
0.10	116.24	8.6	144.6	58.3	-19.4	-52.2	0.1	0.0	12.14	32.5
1.00	116.43	83.6	151.3	60.4	-28.6	-77.2	0.9	0.0	12.14	32.5
5.26	117.35	486.7	78.2	31.1	-140.0	-377.3	4.4	0.0	12.14	32.5
7.05	117.73	156.4	66.4	26.4	-47.8	-128.9	1.8	0.0	12.14	32.5

**Werte für ungünstigste Gleitfuge**

Lastfall: g

x	y	$G_k$	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	$Q_x$	$Q_y$	$C_k$	H	$\theta$	$\varphi$
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.22	-	77.9	31.9	-	-	-	-	-	-
0.10	116.24	8.6	144.6	58.3	-19.4	-52.2	0.1	0.0	12.14	32.5
1.00	116.43	83.6	151.3	60.4	-28.6	-77.2	0.9	0.0	12.14	32.5
5.26	117.35	486.7	78.2	31.1	-140.0	-377.3	4.4	0.0	12.14	32.5
7.05	117.73	156.4	66.4	26.4	-47.8	-128.9	1.8	0.0	12.14	32.5

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$

Berechnungsebene = 114.89 m

Breite = 0.91 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 118.73 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 82.28$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 8.41$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 2140.92$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 30.91$  [°]

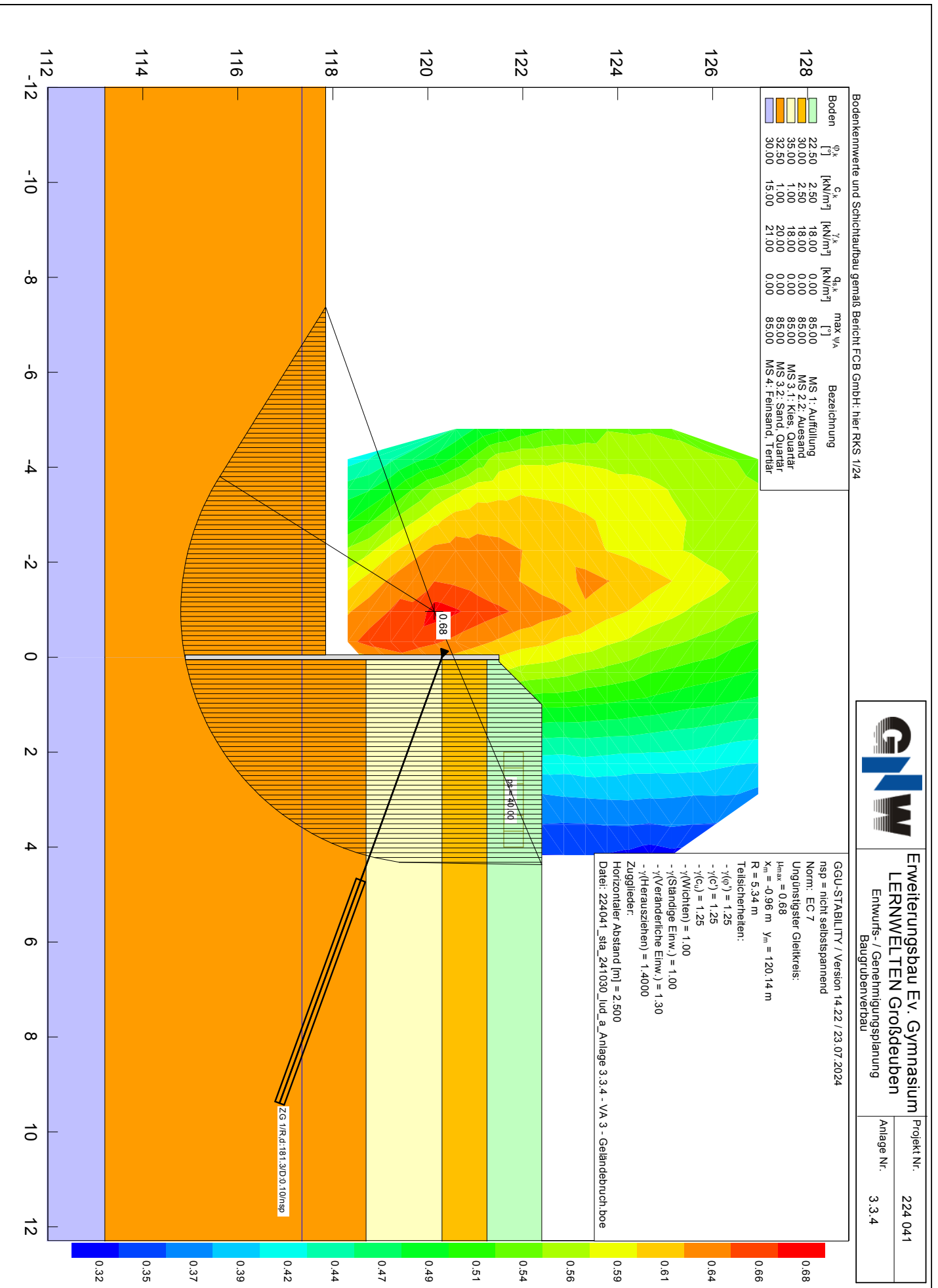
Kohäsion  $c_k = 10.48$  [kN/m<sup>2</sup>]

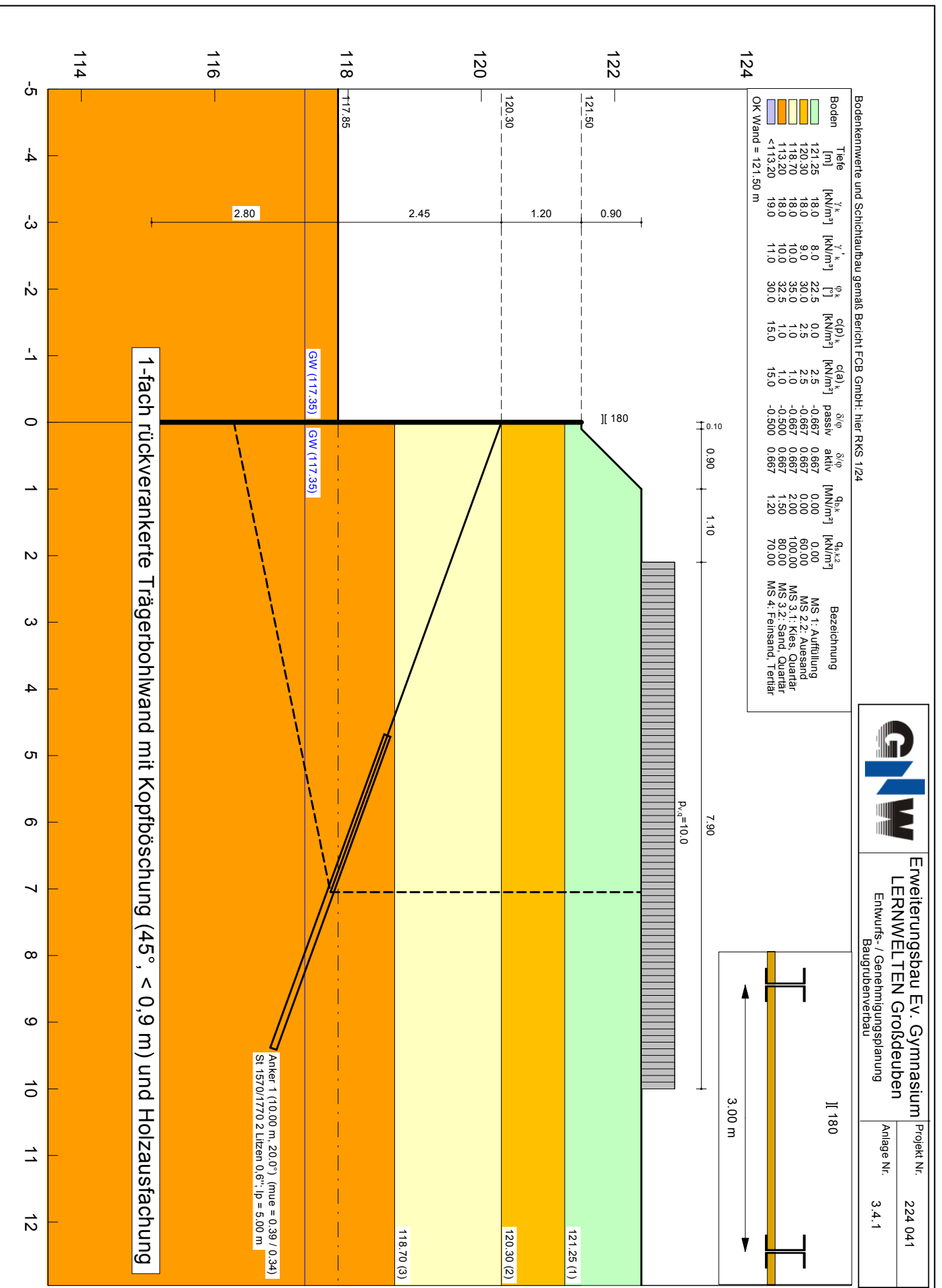
$N_d = 20.419 / N_b = 11.626 / N_c = 32.433$

$\sigma_{\bar{u}} = 87.981$  [kN/m<sup>2</sup>]

$mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.080$

$mue = [118.73 \cdot 1.15] / [(2140.92 + 8.41 + 82.28) / 1.300] = 0.080$

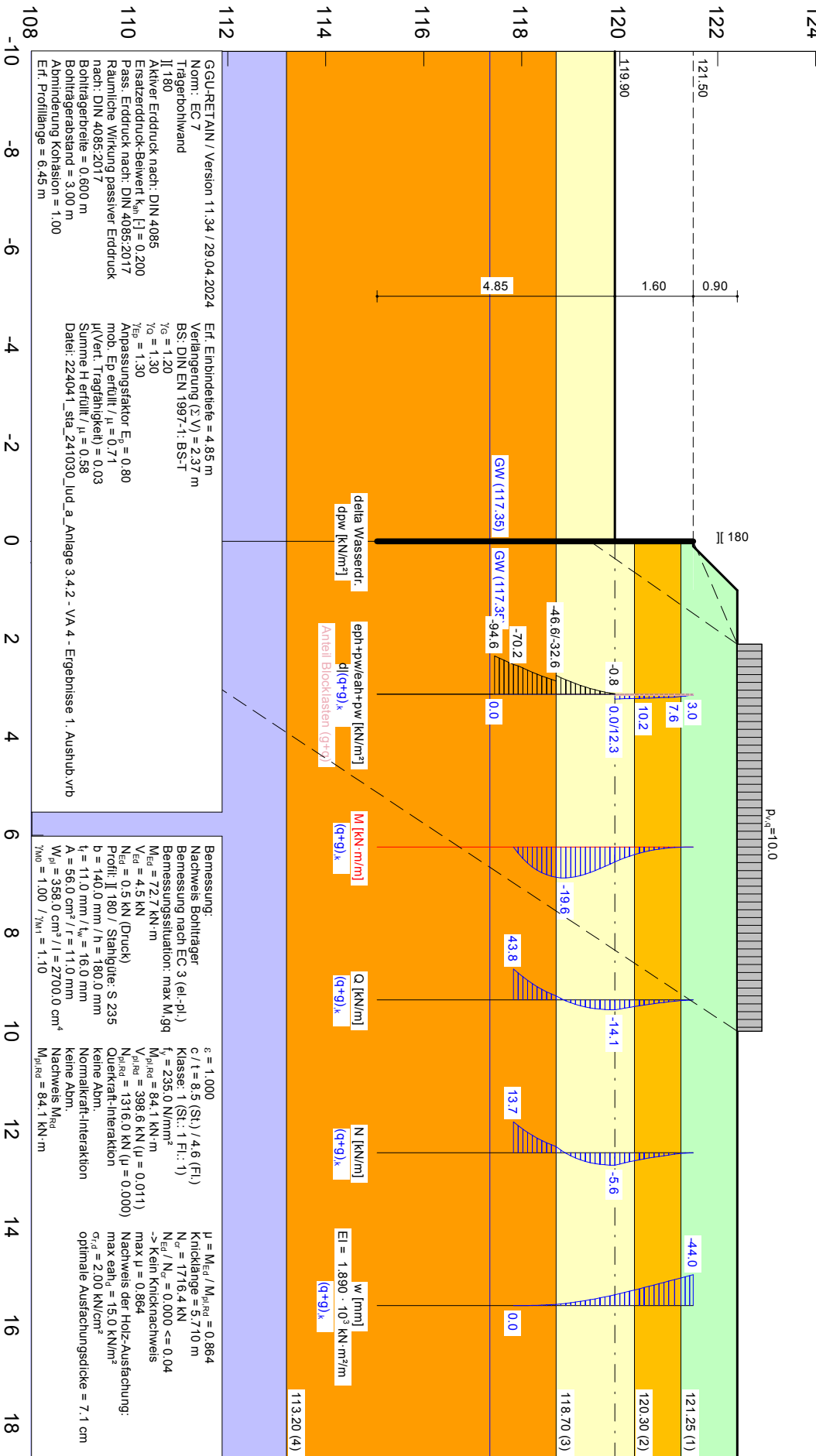
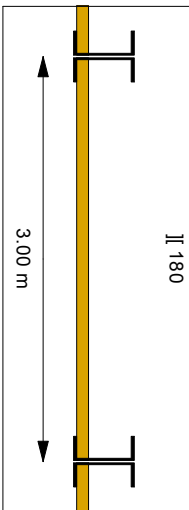




Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$	$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	121.25	18.0	8.0	22.5	22.5	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
	120.30	18.0	9.0	30.0	30.0	2.5	2.5	-0.667	0.667	0.00	60.00	100.00	MS 2.2: Auesand
	118.70	18.0	10.0	35.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	1.30	80.00	80.00	MS 3.1: Kies-Quartär
	113.20	18.0	10.0	32.5	32.5	1.0	1.0	-0.300	0.667	1.30	70.00	70.00	MS 3.2: Sand, Quartär
	<113.20	19.0	11.0	30.0	30.0	15.0	15.0	-0.300	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tertiar

OK Wand = 121.50 m



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Tragereinheit  
 II 180  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Bewert  $K_{a,el}$  [ ] = 0.200  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohrtagerbreite = 0.600 m  
 Bohrtagerabstand = 3.00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 6.45 m

Erf. Einbindetiefe = 4.85 m  
 Verankerung (2.V): 2.37 m  
 BS: DIN EN 1997-1: BS-1  
 $\gamma_g = 1.20$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_{s,235}$   
 mob. Ep erfüllt:  $\mu = 0.71$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.03  
 Datei: 22404\_1\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.4.2 - VA 4 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Nachweis: Bohrtäger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max  $M_{Ed}$   
 $M_{Ed} = 72.7$  kN·m  
 $V_{Ed} = 4.5$  kN  
 $N_{Ed} = 0.5$  kN (Druck)  
 Profil: II 180 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 140.0$  mm /  $h = 180.0$  mm  
 $t_f = 11.0$  mm /  $t_w = 16.0$  mm  
 $A = 56.0$  cm<sup>2</sup> /  $I_y = 11.0$  mm<sup>4</sup>  
 $W_{pl,y} = 358.0$  cm<sup>3</sup> /  $I_y = 2700.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$\xi = 1.000$   
 $c/t = 8.5$  (St.) / 4.6 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $N_{cr} = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Red} = 84.1$  kN·m  
 $V_{pl,Red} = 398.6$  kN ( $\mu = 0.011$ )  
 $N_{pl,Red} = 1316.0$  kN ( $\mu = 0.000$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$   
 $M_{pl,Red} = 84.1$  kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Red} = 0.864$   
 Knickelänge = 3.710 m  
 $N_{cr} = 1716.4$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04$   
 -> Kein Knickeachweis  
 $\mu = 0.864$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max eabh<sub>u</sub> = 15.0 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{d,1} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium  
**LERNWELTEN Großdeuben**  
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
 Baugruberverbau

Projekt Nr.: 224 041  
 Anlage Nr.: 3.4.2

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.4.2 - VA 4 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 119.90 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m

Grundwasserstand (links) = 117.35 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.00	0.90	0.04	0.03	0.30	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	0.00	2.10	10.00	122.40

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.50	119.40	107.32	2.98	2.98	2.98	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 Eph,d = 69.34 kN/m (Epv,d = -30.27 kN/m)  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = Bh,d / Eph,d = 1.000  
 Bh(g+q),d = 69.34 kN/m  
 Bh,g,d = 44.81 kN/m  
 Bh,q,d = 24.53 kN/m  
 Bh,w,d = 0.00 kN/m

Ersatzkräfte Ch (Blum)  
 Ch,k = 43.76 kN/m  
 Ch,g,k = 28.06 kN/m  
 Ch,q,k = 15.70 kN/m  
 Ch,w,k = 0.00 kN/m

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ $\varphi$	d(a)/ $\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k}^2$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.25	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	120.30	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
3	118.70	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

**Aktive Erddruckbeiwerte**

Ersatzerddruck-Beiwert kah [-] = 0.200

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.25	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	120.30	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98
3	118.70	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
4	113.20	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

**Aktive Erddruckordinaten ((g+q),k)**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.425	2.982	3.253	0.00	0.00
121.425	121.250	3.254	5.740	0.00	0.00
121.250	121.120	5.741	7.589	0.00	0.00
121.120	120.400	7.590	10.735	0.00	0.00
120.400	120.300	10.735	11.238	0.00	0.00
120.300	119.900	10.652	12.268	0.00	0.00
119.900	119.497	0.000	0.000	0.00	0.00
119.497	119.396	0.000	0.000	0.00	0.00
119.396	118.899	0.000	0.000	0.00	0.00
118.899	118.700	0.000	0.000	0.00	0.00
118.700	118.411	0.000	0.000	0.00	0.00
118.411	117.832	0.000	0.000	0.00	0.00
117.832	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	107.315	0.000	0.000	0.00	0.00
107.315	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

**Passive Erddruckbeiwerte**

bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	118.70	7.264	6.835	35.000	-23.34	14.57
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65



Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von [m]	bis [m]	oben [kN/m <sup>2</sup> ]	unten [kN/m <sup>2</sup> ]
120.30	119.90	0.00	0.00
119.90	119.50	-0.84	-10.77
119.50	119.40	-10.77	-14.11
119.40	118.90	-14.11	-35.62
118.90	118.70	-35.62	-46.56
118.70	118.41	-32.58	-45.12
118.41	117.83	-45.12	-73.69
117.83	117.35	-73.69	-100.12
117.35	113.20	-100.12	-203.48
113.20	107.32	-223.28	-354.70
107.32	100.00	-354.70	-518.08

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	-0.1	-0.3	0.0
121.25	-0.4	-1.3	-0.1
121.12	-0.8	-2.4	-0.4
120.40	-3.9	-10.5	-4.8
120.30	-4.4	-11.8	-5.9
119.90	-6.9	-17.4	-11.8
119.50	-6.0	-15.2	-18.5
119.40	-5.4	-13.9	-19.9
118.90	-0.2	-1.5	-24.2
118.70	3.4	6.9	-23.7
118.41	6.7	18.5	-20.1
117.83	17.0	54.1	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.4	-0.9	-0.1
120.40	-2.4	-6.2	-2.5
120.30	-2.8	-7.1	-3.2
119.90	-4.6	-11.2	-6.8
119.50	-4.1	-9.8	-11.1
119.40	-3.7	-9.0	-12.1
118.90	-0.5	-1.2	-14.9
118.70	1.8	4.1	-14.6
118.41	3.8	11.3	-12.5
117.83	10.3	33.7	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	-0.1	-0.2	0.0
121.25	-0.3	-1.0	-0.1
121.12	-0.6	-1.9	-0.3
120.40	-3.1	-8.4	-3.9
120.30	-3.5	-9.5	-4.8
119.90	-5.6	-14.1	-9.5
119.50	-4.9	-12.3	-14.9
119.40	-4.4	-11.3	-16.1
118.90	-0.2	-1.2	-19.6
118.70	2.7	5.6	-19.2
118.41	5.4	14.9	-16.3
117.83	13.7	43.8	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	-0.1	-0.3	0.0
121.12	-0.3	-0.8	-0.1
120.40	-2.0	-5.2	-2.1
120.30	-2.3	-6.0	-2.6
119.90	-3.8	-9.3	-5.7
119.50	-3.4	-8.2	-9.3
119.40	-3.1	-7.5	-10.1
118.90	-0.4	-1.0	-12.4
118.70	1.5	3.4	-12.2
118.41	3.2	9.4	-10.4
117.83	8.5	28.1	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	-0.1	-0.2	0.0
121.25	-0.2	-0.7	-0.1
121.12	-0.3	-1.1	-0.2
120.40	-1.1	-3.3	-1.8
120.30	-1.2	-3.6	-2.1
119.90	-1.7	-4.8	-3.8
119.50	-1.5	-4.1	-5.7
119.40	-1.3	-3.8	-6.0
118.90	0.2	-0.2	-7.2
118.70	1.3	2.2	-7.0
118.41	2.2	5.5	-5.9
117.83	5.2	15.7	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.25	0.0	0.0	0.0
121.12	0.0	0.0	0.0
120.40	0.0	0.0	0.0
120.30	0.0	0.0	0.0
119.90	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0
119.40	0.0	0.0	0.0
118.90	0.0	0.0	0.0
118.70	0.0	0.0	0.0
118.41	0.0	0.0	0.0
117.83	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit  $EI = 1.890E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	-33.1	121.42	-32.1	121.42	-32.1	121.34	-30.9	121.34	-30.9	121.25	-29.7	121.25	-29.7
121.12	-27.9	121.12	-27.9	121.00	-26.3	120.50	-19.5	120.40	-18.2	120.40	-18.2	120.30	-16.9
120.30	-16.9	120.20	-15.6	120.00	-13.0	119.90	-11.8	119.90	-11.8	119.80	-10.6	119.60	-8.3
119.50	-7.3	119.50	-7.3	119.40	-6.3	119.40	-6.3	119.30	-5.4	119.00	-3.1	118.90	-2.4
118.90	-2.4	118.80	-1.9	118.80	-1.9	118.70	-1.4	118.70	-1.4	118.60	-1.0	118.51	-0.7
118.41	-0.5	118.41	-0.5	118.31	-0.3	117.93	0.0	117.83	0.0				

Weggrößen (w,k)

berechnet mit  $EI = 1.890E+3 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/\text{m}$

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]

121.50	0.0	121.42	0.0	121.42	0.0	121.34	0.0	121.34	0.0	121.25	0.0	121.25	0.0
121.12	0.0	121.12	0.0	121.00	0.0	120.50	0.0	120.40	0.0	120.40	0.0	120.30	0.0
120.30	0.0	120.20	0.0	120.00	0.0	119.90	0.0	119.90	0.0	119.80	0.0	119.60	0.0
119.50	0.0	119.50	0.0	119.40	0.0	119.40	0.0	119.30	0.0	119.00	0.0	118.90	0.0
118.90	0.0	118.80	0.0	118.80	0.0	118.70	0.0	118.70	0.0	118.60	0.0	118.51	0.0
118.41	0.0	118.41	0.0	118.31	0.0	117.93	0.0	117.83	0.0				

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.832 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.832 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

$M_{Ed} = 72.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{Ed} = 4.5 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 0.5 \text{ kN}$  (Druck)

Profil: ]I 180 / Stahlgüte: S 235

$b = 140.0 \text{ mm}$  /  $h = 180.0 \text{ mm}$

$t_f = 11.0 \text{ mm}$  /  $t_w = 16.0 \text{ mm}$

$A = 56.0 \text{ cm}^2$  /  $r = 11.0 \text{ mm}$

$W_{pl} = 358.0 \text{ cm}^3$  /  $I = 2700.0 \text{ cm}^4$

$\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$\varepsilon = 1.000$

$c / t = 8.5$  (St.) /  $4.6$  (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

$f_y = 235.0 \text{ N/mm}^2$

$M_{pl,Rd} = 84.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{pl,Rd} = 398.6 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.011$ )

$N_{pl,Rd} = 1316.0 \text{ kN}$  ( $\mu = 0.000$ )

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis  $M_{Rd}$

$M_{pl,Rd} = 84.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.864$

Knicklänge = 5.710 m

$N_{cr} = 1716.4 \text{ kN}$

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max  $\mu = 0.864$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max  $e_{ah}(d) = 15.0 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{(r,d)} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$

optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

max  $M_d = 24.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.90 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = -0.2 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -1.5 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 3.2 \text{ mm}$

max  $Q_d = 54.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 117.83 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = 17.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 17.0 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 117.83 m)

Zugehörige Werte:  $Q_d = 54.1 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 44.0 \text{ mm}$  (Tiefe = 121.50 m)

Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

Einbindetiefe  $t_g = 4.85 \text{ m}$

Profillänge = 6.45 m

Verlängerung (Summe V) = 2.37 m

#### Nachweis Summe H

$$E_{ph,d} = 196.01 \text{ kN/m}$$

( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)

$$E_{ah,d} = 43.40 \text{ kN/m}$$

$$B_{h,d} = 69.34 \text{ kN/m}$$

( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)

$$E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d} \text{ (Nachweis OK)}$$

$$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$$

$$\mu = (43.40 + 69.34) / 196.01$$

$$\mu = 112.74 / 196.01 = 0.58$$

#### Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

#### Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

$$\text{Bedingung: } G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) \geq B_{v,k}$$

$$G_k = 0.60 \text{ kN/m}$$

$$G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$E_{av,k} = 4.83 \text{ kN/m} \quad (E_{ah,k} = 12.91 \text{ kN/m})$$

$$C_{h,k} = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = -5.05 \text{ kN/m}$$

$$\delta_C [^\circ] = 10.8$$

$$\text{Summe } V_k = 2.05 \text{ kN/m (Druck)}$$

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: J] 180

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Bv,d} = (34.73 - 1/2 \cdot 26.26) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 4.84 \text{ kN}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 26.26 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 4.01 \text{ kN}$$

$$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$$

$$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$$

#### Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
119.90	118.70	100.00	MS 3.1: Kies, Quartär
118.70	115.05	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

$$\text{Mantelfläche bis } 117.42 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$$

$$\text{Mantelfläche ab } 117.42 \text{ m} = 1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Profilverlängerung} = 2.37 \text{ m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Mantelfläche (TF + dt1) von } 117.83 \text{ bis } 117.42 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 209.71 / 1.40 = 149.80 \text{ kN}$$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 357.39 / 1.40 = 255.28 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 31.18 / 1.40 = 22.27 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 739.14 \text{ kN}$$

#### Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 3.40 - 0.00 + 17.88 + 0.00 = 21.28 \text{ kN}$$

$$\implies \mu = V_d / R_d = 21.28 / 739.14 = 0.03$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

#### Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.300$$

$$\text{Berechnungsebene} = 117.42 \text{ m}$$

$$\text{Breite} = 0.67 \text{ m}$$

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 52.15 [kN/m]  
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)  
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 24.55$  [kN/m]  
Kohäsionskraft  $K_k = 5.88$  [kN/m]  
Grundbruchlast  $R_{n,k} = 1101.47$  [kN/m]  
Grundbruch mit:  
Reibungswinkel  $\varphi_k = 31.06$  [°]  
Kohäsion  $c_k = 10.03$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $N_a = 20.776$  /  $N_b = 11.912$  /  $N_c = 32.834$   
 $\sigma_{\bar{u}} = 55.466$  [kN/m<sup>2</sup>]  
 $mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.072$   
 $mue = [52.15 \cdot 1.20] / [(1101.47 + 5.88 + 24.55) / 1.300] = 0.072$



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.4.3 - VA 4 - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 117.85 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m

Grundwasserstand (links) = 117.35 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma(G,Ruhe) = 1.10$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.00	0.90	0.04	0.05	0.47	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	10.00	0.00	2.10	10.00	122.40

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.50	119.40	107.32	2.98	2.98	2.98	0 Verkehrslast

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung in Rechteck

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 45.16 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -17.55 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 45.16 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 38.05 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 7.10 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 21.53 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 18.14 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 3.39 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen

$N_{d'}$  = Bemessungswert (Anker) mit BS-P (1.275/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N(g+q+w),k$	$N(g+w),k$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{d'}$	
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m <sup>2</sup> /m]	[kN/m]	Anker
1	120.30	20.00	7.50	68.20	58.11	48.97	0.00	2.100E+7	-	76.14	Anker

Gewählte Ankerstähle

Ankerabstand = 3.00 m

Nr.	Ankerstahl	$A_{Ed}$ [kN]	$A_{Rd}$ [kN]
1	St 1570/1770 2 Litzen 0,6"	228.4	365.2

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.25	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	120.30	18.00	9.00	30.00	2.50	2.50	-0.667	0.667	0.00	60.00
3	118.70	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	113.20	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  [-] = 0.200

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.25	0.501	0.555	22.500	15.01	51.51
2	120.30	0.390	0.461	30.000	20.01	55.98
3	118.70	0.325	0.406	35.000	23.34	58.94
4	113.20	0.357	0.433	32.500	21.68	57.46
5	100.00	0.390	0.461	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck oben	Wasserdruck unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.406	18.955	18.955	0.00	0.00
121.406	121.250	18.955	18.955	0.00	0.00
121.250	120.936	18.955	18.955	0.00	0.00
120.936	120.400	18.955	18.955	0.00	0.00
120.400	120.300	18.955	18.955	0.00	0.00
120.300	119.500	18.955	18.955	0.00	0.00
119.500	119.396	18.955	18.955	0.00	0.00
119.396	118.700	18.955	18.955	0.00	0.00
118.700	118.500	18.955	18.955	0.00	0.00
118.500	117.850	18.955	18.955	0.00	0.00



117.850	117.450	0.000	0.000	0.00	0.00
117.450	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	116.439	0.000	0.000	0.00	0.00
116.439	115.528	0.000	0.000	0.00	0.00
115.528	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	107.315	0.000	0.000	0.00	0.00
107.315	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Passive Erddruckbeiwerte  
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	$k_{pgh}$	$k_{pch}$	$\varphi_k$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
4	113.20	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
118.50	117.85	0.00	0.00
117.85	117.45	-0.51	-5.79
117.45	117.35	-5.79	-7.53
117.35	116.44	-7.53	-22.76
116.44	115.53	-22.76	-43.49
115.53	113.20	-43.49	-89.26
113.20	107.32	-111.27	-209.84
107.32	100.00	-209.84	-332.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.6	-2.1	-0.1	
121.25	-1.5	-5.6	-0.7	
120.94	-4.1	-12.6	-3.5	
120.40	-8.6	-24.5	-13.5	
120.30	-9.4	-26.7	-16.0	-64.1
120.30	-32.7	37.4	-16.0	
119.50	-40.5	19.6	6.8	
119.40	-41.5	17.3	8.7	
118.70	-48.3	1.8	15.3	
118.50	-50.1	-2.7	15.2	
117.85	-56.0	-17.1	8.8	
117.45	-55.8	-16.0	2.1	
117.35	-55.6	-15.4	0.6	
116.44	-52.1	-3.0	-8.8	
115.53	-44.0	25.3	0.0	

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.7	-0.1	
121.25	-1.3	-4.6	-0.6	
120.94	-3.4	-10.4	-2.9	
120.40	-7.1	-20.2	-11.1	
120.30	-7.8	-22.0	-13.2	-52.9
120.30	-27.0	30.9	-13.2	
119.50	-33.5	16.2	5.6	
119.40	-34.4	14.3	7.2	
118.70	-40.0	1.5	12.7	
118.50	-41.5	-2.2	12.6	
117.85	-46.4	-14.1	7.3	
117.45	-46.2	-13.2	1.8	
117.35	-46.0	-12.7	0.5	
116.44	-43.2	-2.5	-7.3	

115.53    -36.5    20.9    0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.8	-0.1	
121.25	-1.3	-4.7	-0.6	
120.94	-3.5	-10.7	-3.0	
120.40	-7.3	-20.9	-11.5	
120.30	-8.0	-22.7	-13.6	-54.6
120.30	-27.9	31.9	-13.6	
119.50	-34.5	16.7	5.8	
119.40	-35.4	14.7	7.4	
118.70	-41.2	1.5	13.1	
118.50	-42.7	-2.3	13.0	
117.85	-47.7	-14.6	7.5	
117.45	-47.5	-13.6	1.8	
117.35	-47.4	-13.1	0.5	
116.44	-44.4	-2.5	-7.5	
115.53	-37.5	21.5	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.4	-1.5	-0.1	
121.25	-1.1	-4.0	-0.5	
120.94	-3.0	-9.0	-2.5	
120.40	-6.2	-17.6	-9.7	
120.30	-6.8	-19.2	-11.5	-46.0
120.30	-23.5	26.8	-11.5	
119.50	-29.2	14.1	4.9	
119.40	-29.9	12.4	6.2	
118.70	-34.8	1.3	11.0	
118.50	-36.1	-1.9	10.9	
117.85	-40.3	-12.3	6.3	
117.45	-40.1	-11.5	1.5	
117.35	-40.0	-11.0	0.4	
116.44	-37.6	-2.1	-6.3	
115.53	-31.8	18.1	0.0	

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.1	-0.3	0.0	
121.25	-0.2	-0.7	-0.1	
120.94	-0.5	-1.7	-0.5	
120.40	-1.1	-3.3	-1.8	
120.30	-1.2	-3.6	-2.1	8.6
120.30	-4.4	5.0	-2.1	
119.50	-5.4	2.6	0.9	
119.40	-5.5	2.3	1.2	
118.70	-6.4	0.2	2.1	
118.50	-6.7	-0.4	2.0	
117.85	-7.4	-2.3	1.2	
117.45	-7.4	-2.1	0.3	
117.35	-7.4	-2.1	0.1	
116.44	-6.9	-0.4	-1.2	
115.53	-5.8	3.4	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	0.0	0.0	0.0	

121.25	0.0	0.0	0.0	
120.94	0.0	0.0	0.0	
120.40	0.0	0.0	0.0	
120.30	0.0	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0	
119.40	0.0	0.0	0.0	
118.70	0.0	0.0	0.0	
118.50	0.0	0.0	0.0	
117.85	0.0	0.0	0.0	
117.45	0.0	0.0	0.0	
117.35	0.0	0.0	0.0	
116.44	0.0	0.0	0.0	
115.53	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	2.6	121.41	2.5	121.41	2.5	121.33	2.3	121.33	2.3	121.25	2.2	121.25	2.2
121.13	2.0	121.00	1.8	120.94	1.6	120.94	1.6	120.83	1.4	120.50	0.6	120.40	0.2
120.40	0.2	120.30	-0.2	120.30	-0.2	120.20	-0.7	119.60	-4.2	119.50	-4.8	119.50	-4.8
119.40	-5.3	119.40	-5.3	119.30	-5.8	118.80	-7.6	118.70	-7.8	118.70	-7.8	118.60	-7.9
118.60	-7.9	118.50	-7.9	118.50	-7.9	118.40	-7.9	117.92	-6.9	117.85	-6.6	117.85	-6.6
117.75	-6.3	117.55	-5.4	117.45	-5.0	117.45	-5.0	117.35	-4.5	117.35	-4.5	117.25	-4.0
116.54	-1.2	116.44	-0.9	116.44	-0.9	116.34	-0.7	115.63	0.0	115.53	0.0		

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	0.0	121.41	0.0	121.41	0.0	121.33	0.0	121.33	0.0	121.25	0.0	121.25	0.0
121.13	0.0	121.00	0.0	120.94	0.0	120.94	0.0	120.83	0.0	120.50	0.0	120.40	0.0
120.40	0.0	120.30	0.0	120.30	0.0	120.20	0.0	119.60	0.0	119.50	0.0	119.50	0.0
119.40	0.0	119.40	0.0	119.30	0.0	118.80	0.0	118.70	0.0	118.70	0.0	118.60	0.0
118.60	0.0	118.50	0.0	118.50	0.0	118.40	0.0	117.92	0.0	117.85	0.0	117.85	0.0
117.75	0.0	117.55	0.0	117.45	0.0	117.45	0.0	117.35	0.0	117.35	0.0	117.25	0.0
116.54	0.0	116.44	0.0	116.44	0.0	116.34	0.0	115.63	0.0	115.53	0.0		

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.528 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.528 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 48.0 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 112.2 kN

N<sub>Ed</sub> = 98.1 kN (Druck)

Profil: ][ 180 / Stahlgüte: S 235

b = 140.0 mm / h = 180.0 mm

t<sub>f</sub> = 11.0 mm / t<sub>w</sub> = 16.0 mm

A = 56.0 cm<sup>2</sup> / r = 11.0 mm

W<sub>pl</sub> = 358.0 cm<sup>3</sup> / I = 2700.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 8.5 (St.) / 4.6 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 84.1 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 398.6 kN (μ = 0.281)

N<sub>pl,Rd</sub> = 1316.0 kN (μ = 0.075)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

#### Nachweis $M_{Rd}$

$$M_{pl,Rd} = 84.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.571$$

$$\text{Knicklänge} = 3.670 \text{ m}$$

$$N_{cr} = 4154.8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{cr} = 0.024 \leq 0.04$$

-> Kein Knicknachweis

$$\max \mu = 0.571$$

#### Nachweis der Holz-Ausfachung:

$$\max e_{ah}(d) = 22.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma(r,d) = 2.00 \text{ kN/cm}^2$$

optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm

$$\max M_d = 16.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \text{ (Tiefe} = 120.30 \text{ m)}$$

$$\text{Zugehörige Werte: } N_d = -32.7 \text{ kN/m; } Q_d = 37.4 \text{ kN/m; } w_k = 0.2 \text{ mm}$$

$$\max Q_d = 37.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \text{ (Tiefe} = 120.30 \text{ m)}$$

$$\text{Zugehörige Werte: } N_d = -32.7 \text{ kN/m; } M_d = -16.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m; } w_k = 0.2 \text{ mm}$$

$$\max N_d = 56.0 \text{ kN/m} \text{ (Tiefe} = 117.85 \text{ m)}$$

$$\text{Zugehörige Werte: } Q_d = -17.1 \text{ kN/m; } M_d = 8.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m; } w_k = 8.0 \text{ mm}$$

$$\max w_k = 8.2 \text{ mm} \text{ (Tiefe} = 118.50 \text{ m)}$$

$$\text{Zugehörige Werte: } N_d = -50.1 \text{ kN/m; } Q_d = -2.7 \text{ kN/m; } M_d = 15.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %

$$\text{Einbindetiefe } t_g = 2.80 \text{ m}$$

$$\text{Profillänge} = 6.45 \text{ m}$$

$$\text{Verlängerung (Summe V)} = 0.01 \text{ m}$$

#### Nachweis Summe H

$$E_{ph,d} = 167.17 \text{ kN/m}$$

( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)

( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)

$$E_{ah,d} = 120.13 \text{ kN/m}$$

$$B_{h,d} = 45.16 \text{ kN/m}$$

( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)

$$E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d} \text{ (Nachweis OK)}$$

$$\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$$

$$\mu = (120.13 + 45.16) / 167.17$$

$$\mu = 165.28 / 167.17 = 0.99$$

#### Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

$$\text{Bedingung: } G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$$

$$G_k = 0.94 \text{ kN/m}$$

$$G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$$

$$P_{v,k} = 16.75 \text{ kN/m}$$

$$E_{av,k} = 27.08 \text{ kN/m} \text{ (} E_{ah,k} = 66.82 \text{ kN/m)}$$

$$C_{h,k} = 4.31 \text{ kN/m}$$

$$B_{v,k} = -2.81 \text{ kN/m}$$

$$\delta_c [^\circ] = 10.8$$

$$\text{Summe } V_k = 42.79 \text{ kN/m (Druck)}$$

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: ] [ 180

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Bv,d} = (21.67 - 1/2 \cdot 12.92) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 3.41 \text{ kN}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$$

$$R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 12.92 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 1.97 \text{ kN}$$

$$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$$

$$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$$

**Mantelreibung**

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
117.85	115.05	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

$$\text{Mantelfläche bis } 115.06 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$$

$$\text{Mantelfläche ab } 115.06 \text{ m} = 1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Profilverlängerung} = 0.01 \text{ m} \implies R_{s2,d}$$

$$\text{Mantelfläche (TF + dt1) von } 115.53 \text{ bis } 115.06 \text{ m} = 0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$$

$$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 210.09 / 1.40 = 150.06 \text{ kN}$$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 1.51 / 1.40 = 1.08 \text{ kN}$$

$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 35.01 / 1.40 = 25.01 \text{ kN}$$

$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 484.47 \text{ kN}$$

**Einwirkungen**

$$V_d = G_d - G'_k + E_{av,d} + P_{v,d} = 3.40 - 0.00 + 95.32 + 72.48 = 171.20 \text{ kN}$$

$$\implies \mu = V_d / R_d = 171.20 / 484.47 = 0.35$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

**Nachweis Tiefe Gleitfuge**

Nachweis mit erhöhtem Erddruck

Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 5.21 m

$$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G \text{ und } A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$$

$$\text{mögl } A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{Ep} \text{ und mögl } A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{Ep}$$

$$\mu_e = \text{Ausnutzungsgrad} \leq 1.0$$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	A <sub>h,d</sub>	mögl A <sub>h,d</sub>	μ <sub>e,gq</sub>	A <sub>h,g,d</sub>	mögl A <sub>h,g,d</sub>	μ <sub>e,g</sub>
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	120.30	7.50	0.00	67.29	171.03	0.393	55.56	161.52	0.344

**Werte für ungünstigste Gleitfuge**

Lastfall: g+q

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.29	-	68.9	27.9	-	-	-	-	-	-
0.10	116.31	8.5	124.7	50.1	-17.1	-44.7	0.1	0.0	11.61	32.5
1.00	116.49	83.1	124.5	49.3	-27.4	-71.7	0.9	0.0	11.61	32.5
5.17	117.35	428.1	96.2	37.8	-135.4	-354.6	4.3	0.0	11.61	32.5
7.05	117.73	182.6	82.1	32.2	-57.2	-150.0	1.9	0.0	11.61	32.5

**Werte für ungünstigste Gleitfuge**

Lastfall: g

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.29	-	58.1	23.6	-	-	-	-	-	-
0.10	116.31	8.5	109.1	43.9	-15.8	-41.5	0.1	0.0	11.61	32.5
1.00	116.49	83.1	107.0	42.5	-26.9	-70.6	0.9	0.0	11.61	32.5
5.17	117.35	397.3	78.2	31.1	-125.0	-327.6	4.3	0.0	11.61	32.5
7.05	117.73	163.8	66.4	26.4	-51.5	-135.0	1.9	0.0	11.61	32.5

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

**Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99**

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

$$\text{Faktor Verkehrslasten } f_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130$$

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma_{Rv} = 1.300$$

$$\text{Berechnungsebene} = 115.06 \text{ m}$$

$$\text{Breite} = 0.97 \text{ m}$$

$$\text{Gewicht } G_k \text{ (einschließlich Verkehr)} = 123.63 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{(Verkehr erhöht mit Faktor} = 1.130)$$

$$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 71.54 \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Kohäsionskraft } K_k = 8.24 \text{ [kN/m]}$$

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 2030.65$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 30.80$  [°]

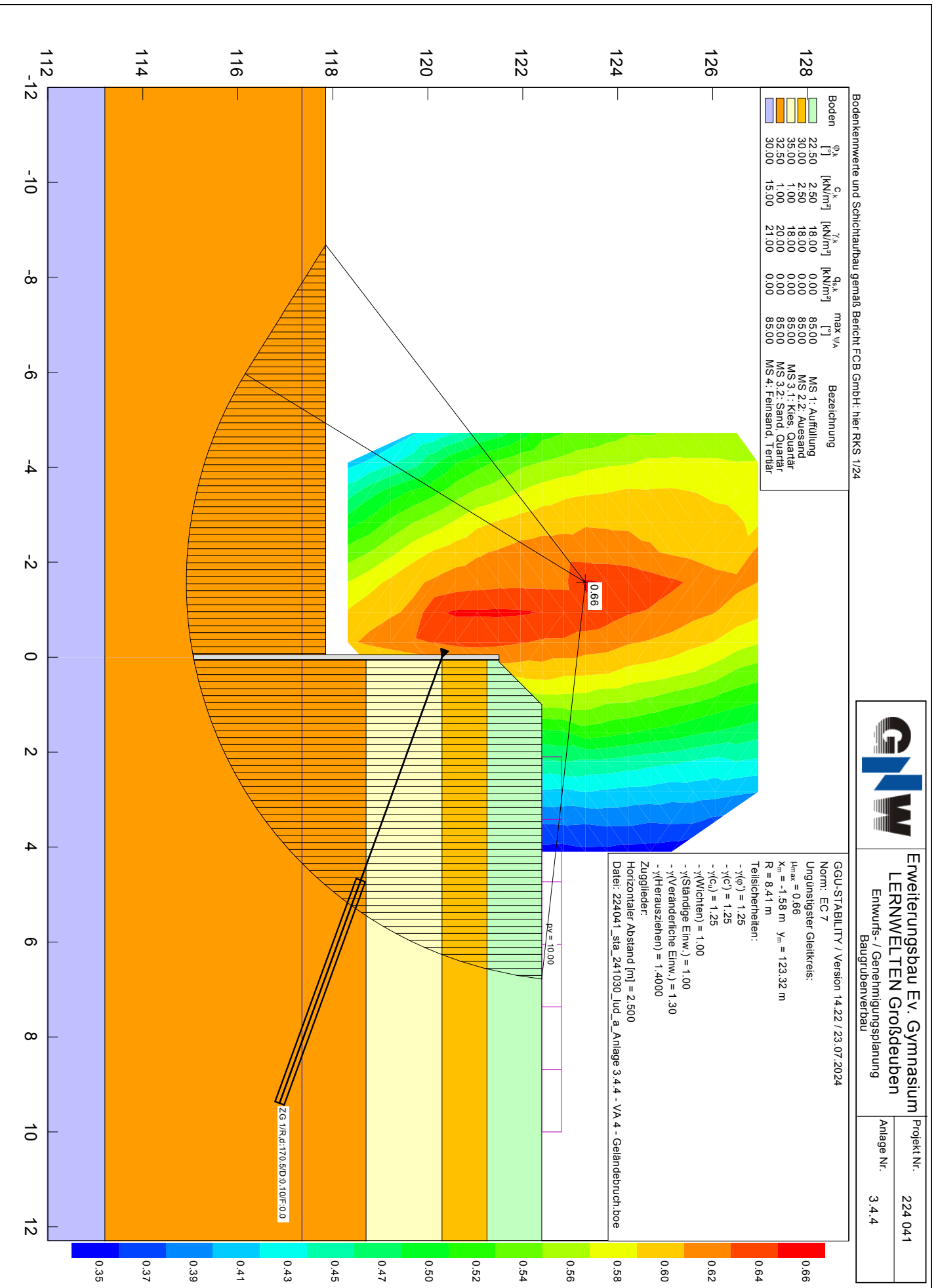
Kohäsion  $c_k = 10.73$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_q = 20.167$  /  $N_b = 11.427$  /  $N_c = 32.150$

$\sigma_{\bar{u}} = 75.427$  [kN/m<sup>2</sup>]

$\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.088$

$\text{mue} = [123.63 \cdot 1.15] / [(2030.65 + 8.24 + 71.54) / 1.300] = 0.088$



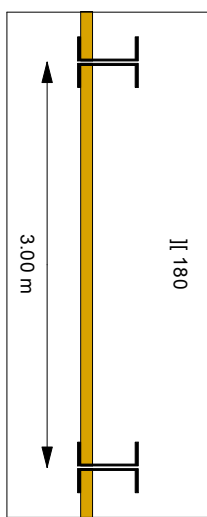
**Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium LERNWELTEN Großdeuben**  
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
 Baugrubenverbaub

Projekt Nr. 224 041  
 Anlage Nr. 3.4.4

Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier B 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$q_{a,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
121.50	18.0	18.0	8.0	22.5	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
121.15	19.0	18.0	9.0	25.0	10.0	1.0	-0.667	0.667	0.00	40.00	MS 2: Kies
119.50	18.0	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	100.00	MS 3.1: Kies, Quaritär
114.25	18.0	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	-0.500	0.667	1.50	80.00	MS 3.2: Kies, Quaritär
113.20	18.0	18.0	10.0	38.0	1.0	1.0	-0.500	0.667	2.00	100.00	MS 4: Feinsand, Tertiar
<113.20	19.0	19.0	11.0	30.0	15.0	15.0	-0.500	0.667	1.20	70.00	

OK Wand = 121.50 m

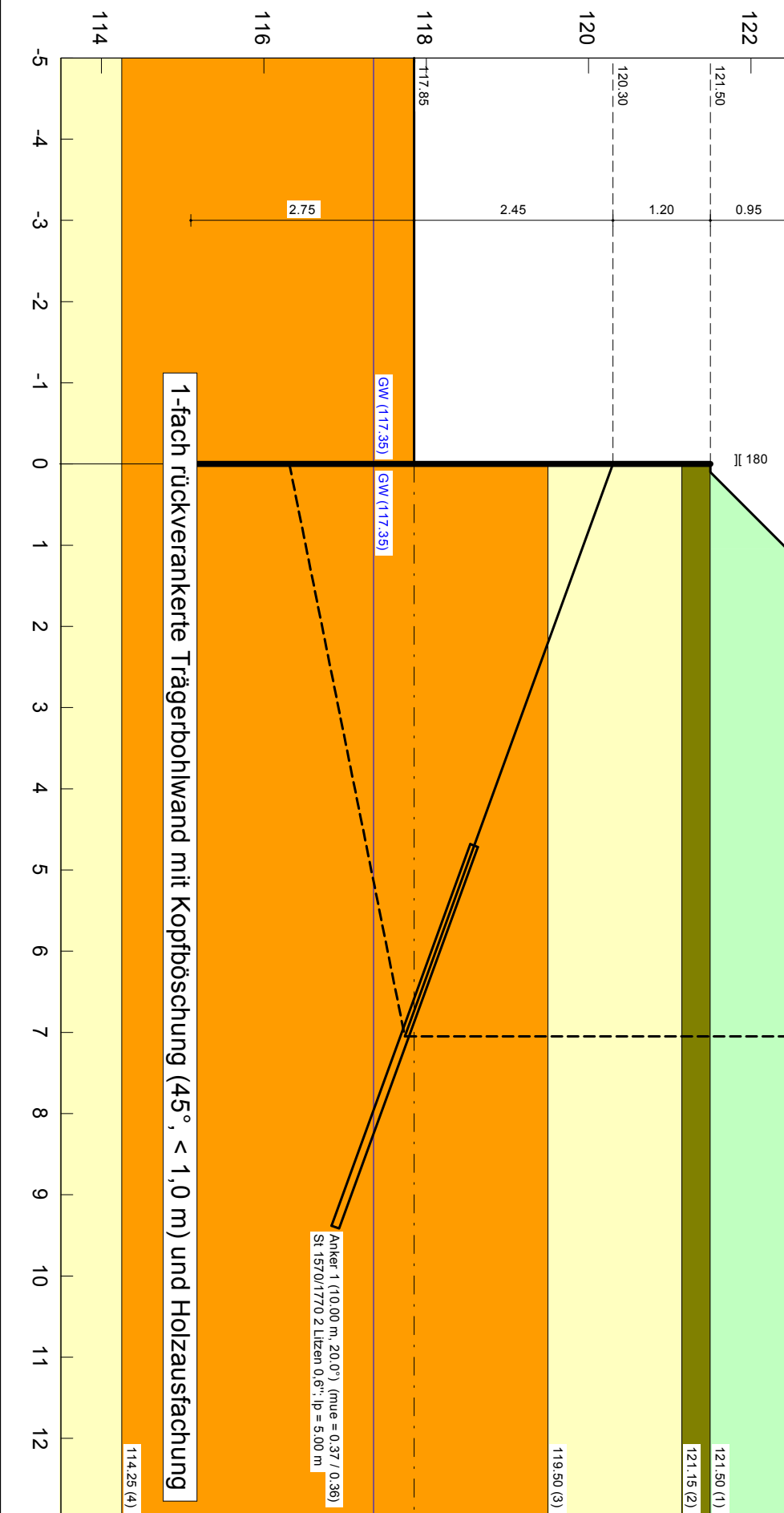


Grundstücksgrenze

0.10 0.95 1.95 5.00

$P_{v,q^1} = 2.0$

$P_{v,q^2} = 10.0$



1-fach rückverankerte Trägerbohlwand mit Kopföschung (45°, < 1,0 m) und Holzauflattung

Anker 1 (10.00 m, 20.0°) (m<sub>ue</sub> = 0.37 / 0.36)  
St 1570/1770.2 Lizen 0.6°, lp = 5.00 m

114.25 (4)

119.50 (3)

121.15 (2)

121.50 (1)



Erweiterungsbau Ev. Gymnasium  
LERNWELTEN Großdeuben  
Entwurfs- / Genehmigungsplanung  
Baugrubenvorhaben

Projekt Nr.: 224 041  
Anlage Nr.: 3.5.1

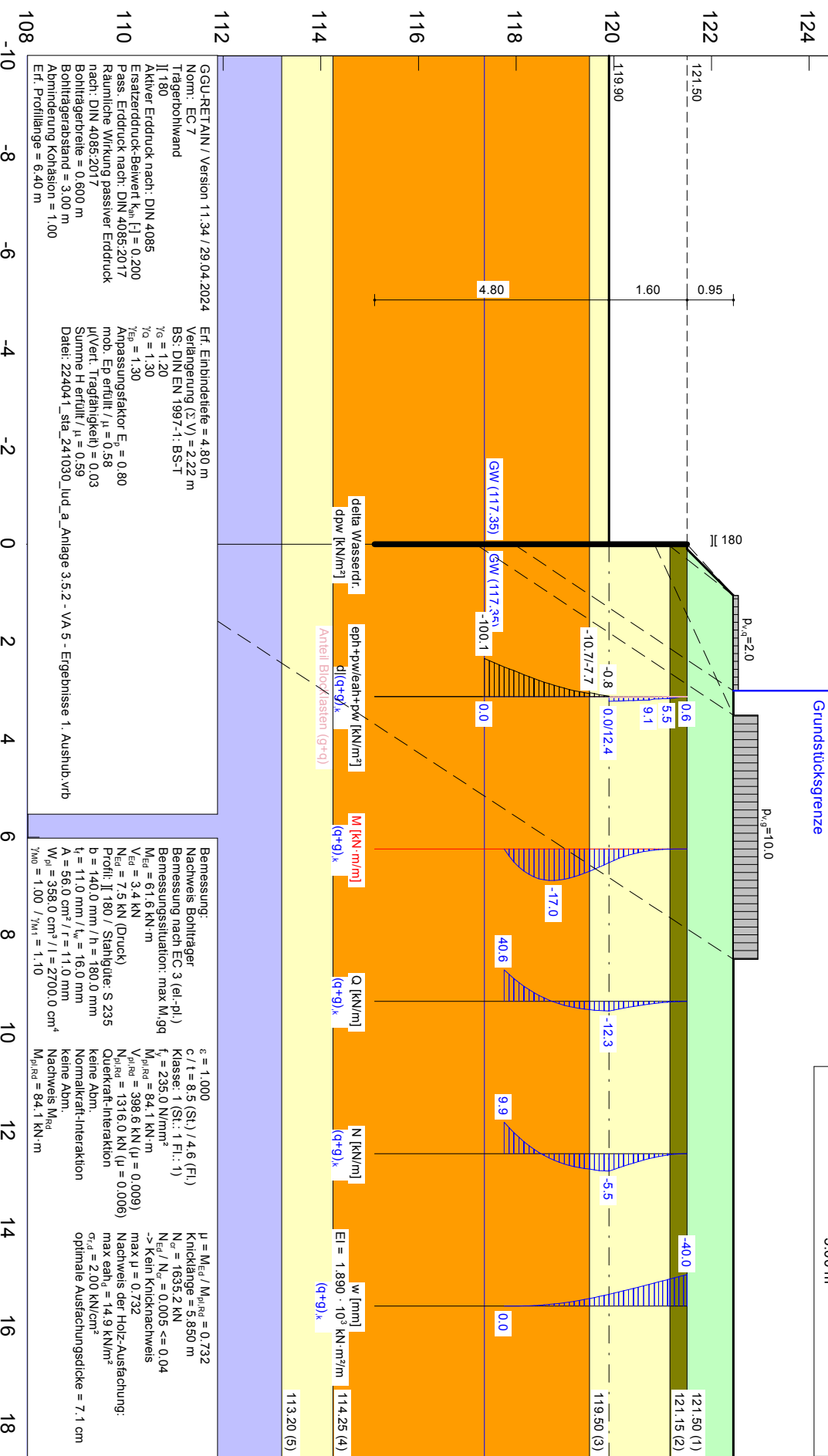


Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier B 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_{k2}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	$c(p)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c(a)_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{a,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,z}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	121.50	18.0	8.0	22.5	22.5	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
	121.15	19.0	9.0	35.0	35.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	40.00	40.00	MS 2: 1: Auelehm
	119.50	18.0	10.0	35.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	100.00	100.00	MS 3: 1: Kies, Quarz
	114.25	18.0	10.0	32.5	32.5	1.0	1.0	-0.500	0.667	1.50	80.00	80.00	MS 3: 2: Sand, Quarz
	113.20	18.0	10.0	35.0	35.0	1.0	1.0	-0.500	0.667	2.00	100.00	100.00	MS 3: 2: Kies, Quarz
	19.0	11.0	30.0	15.0	15.0	15.0	15.0	-0.500	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tonfall



Erweiterungs- / Genehmigungsplanning	Projekt Nr.:
LERNWELTEN Großdeuben	224 041
Baugruberverbau	Anlage Nr.:
	3.5.2



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Norm: EC 7  
 Tragereibohrwand  
 II 180  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Ersatzerddruck-Bewert  $K_{a,el} [\ ] = 0.200$   
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck nach: DIN 4085:2017  
 Bohrtagerbreite = 0.600 m  
 Bohrtagerabstand = 3.00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Erf. Profillänge = 6.40 m

Erf. Einbindetiefe = 4.80 m  
 Verankerung (2.V) = 2.22 m  
 BS: DIN EN 1997-1; BS-1  
 $\gamma_g = 1.20$   
 $\gamma_{Ed} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_s = 0.80$   
 mob. Ep erfüllt:  $\mu = 0.58$   
 $\mu_{Vert}$  (Tragfähigkeit) = 0.03  
 Summe H erfüllt:  $\mu = 0.59$   
 Datei: 224041\_sta\_241030\_Jud\_a\_Anlage 3.5.2 - VA 5 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Nachweis: Bohrtager  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max  $M_{Ed}$   
 $M_{Ed} = 61.6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 3.4$  kN  
 $N_{Ed} = 7.5$  kN (Druck)  
 Profil: II 180 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 140.0$  mm /  $h = 180.0$  mm  
 $t_f = 11.0$  mm /  $l_w = 16.0$  mm  
 $A = 56.0$  cm<sup>2</sup> /  $I_y = 11.0$  mm<sup>4</sup>  
 $W_{pl,y} = 358.0$  cm<sup>3</sup> /  $I_y = 2700.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$s = 1.000$   
 $c / t = 8.5$  (St.) / 4.6 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $N_{cr} = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,Red} = 84.1$  kN·m  
 $V_{pl,Red} = 398.6$  kN ( $\mu = 0.009$ )  
 $N_{pl,Red} = 1316.0$  kN ( $\mu = 0.006$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$   
 $M_{pl,Red} = 84.1$  kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Red} = 0.732$   
 Knickelänge = 3.850 m  
 $N_{cr} = 1633.2$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 <= 0.04$   
 -> Kein Knickeknachweis  
 $\max \mu = 0.732$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 $\max e_{ab} \mu_s = 14.9$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{c,d} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.5.2 - VA 5 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 119.90 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m

Grundwasserstand (links) = 117.35 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.05	0.95	0.04	0.03	0.32	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	2.00	0.00	1.05	3.00	122.45
2	10.00	0.00	3.50	8.50	122.45

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.50	121.10	117.95	0.58	0.58	0.58	0 Verkehrslast
2	120.83	117.17	109.49	2.21	2.21	2.21	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:  
 Profillänge automatisch

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:  
 $E_{ph,d} = 69.10 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -26.03 \text{ kN/m}$ )  
 Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$   
 $B_{h(g+q),d} = 69.10 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,g,d} = 63.52 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,q,d} = 5.58 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)  
 $C_{h,k} = 40.55 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,g,k} = 37.21 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,q,k} = 3.34 \text{ kN/m}$   
 $C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

**Bodenkennwerte**

Schicht	UK	$\gamma_k$	$\gamma'_{k}$	$\varphi_k$	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.50	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	121.15	19.00	9.00	25.00	10.00	10.00	-0.667	0.667	0.00	40.00
3	119.50	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	114.25	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	113.20	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.500	0.667	2.00	100.00
6	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

Aktive Erddruckbeiwerte  
 Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah} [-] = 0.200$   
 bestimmt nach: DIN 4085  
 (Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_{k}$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.50	0.384	1.109	22.500	15.01	51.51
2	121.15	0.346	1.043	25.000	16.67	53.00
3	119.50	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
4	114.25	0.251	0.866	32.500	21.68	57.46
5	113.20	0.224	0.813	35.000	23.34	58.94
6	100.00	0.279	0.921	30.000	20.01	55.98

**Aktive Erddruckkoordinaten ([g+q],k)**

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.425	0.579	0.865	0.00	0.00
121.425	121.150	0.866	4.830	0.00	0.00
121.150	121.103	4.831	5.498	0.00	0.00
121.103	120.831	5.498	6.478	0.00	0.00
120.831	120.400	6.478	10.331	0.00	0.00
120.400	119.900	10.331	12.351	0.00	0.00
119.900	119.500	0.000	0.000	0.00	0.00
119.500	119.397	0.000	0.000	0.00	0.00
119.397	118.778	0.000	0.000	0.00	0.00
118.778	118.468	0.000	0.000	0.00	0.00
118.468	117.953	0.000	0.000	0.00	0.00
117.953	117.752	0.000	0.000	0.00	0.00
117.752	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	117.169	0.000	0.000	0.00	0.00
117.169	114.250	0.000	0.000	0.00	0.00
114.250	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	109.488	0.000	0.000	0.00	0.00
109.488	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Hydrodynamische Wasserdruckspannung  
 (dynamisch (hoch)durchlässiger Boden unterhalb des Grundwasserspiegels)

w(oben)	w(unten)	z(oben)	z(unten)
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
0.00	0.00	121.50	119.90

Passive Erddruckbeiwerte  
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k <sub>pgH</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
3	119.50	7.264	6.835	35.000	-23.34	14.57
4	114.25	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	113.20	6.319	6.168	35.000	-17.50	17.41
6	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.80

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
120.40	119.90	0.00	0.00
119.90	119.50	-0.84	-10.67
119.50	119.40	-7.72	-10.11
119.40	118.78	-10.11	-29.53
118.78	118.47	-29.53	-42.47
118.47	117.95	-42.47	-68.81
117.95	117.75	-68.81	-77.91
117.75	117.35	-77.91	-100.12
117.35	117.17	-100.12	-107.56
117.17	114.25	-107.56	-179.45
114.25	113.20	-203.31	-230.55
113.20	109.49	-223.28	-306.18
109.49	100.00	-306.18	-518.08

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	-0.1	0.0
121.15	-0.4	-1.0	-0.1
121.10	-0.5	-1.3	-0.2
120.83	-1.4	-3.3	-0.8
120.40	-3.5	-8.1	-3.2
119.90	-6.6	-14.9	-8.9
119.50	-5.8	-12.9	-14.6
119.40	-5.6	-12.1	-15.9
118.78	-2.5	-1.1	-20.5
118.47	0.4	9.1	-19.4
117.95	8.0	35.4	-8.5
117.75	11.9	49.0	0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe	N	Q	M
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.15	-0.3	-0.8	-0.1
121.10	-0.4	-1.0	-0.1
120.83	-1.2	-2.8	-0.6
120.40	-3.2	-7.3	-2.7
119.90	-6.1	-13.7	-7.9
119.50	-5.4	-11.9	-13.2
119.40	-5.2	-11.1	-14.3
118.78	-2.4	-1.1	-18.7
118.47	0.3	8.2	-17.7
117.95	7.2	32.3	-7.7
117.75	10.8	44.7	0.0

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	-0.1	0.0
121.15	-0.3	-0.8	-0.1
121.10	-0.4	-1.1	-0.1
120.83	-1.2	-2.7	-0.7
120.40	-2.9	-6.7	-2.6
119.90	-5.5	-12.3	-7.3
119.50	-4.8	-10.7	-12.1
119.40	-4.6	-10.0	-13.1
118.78	-2.1	-1.0	-17.0
118.47	0.4	7.5	-16.1
117.95	6.6	29.3	-7.0
117.75	9.9	40.6	0.0

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.15	-0.2	-0.6	-0.1
121.10	-0.3	-0.8	-0.1
120.83	-1.0	-2.3	-0.5
120.40	-2.7	-6.0	-2.3
119.90	-5.1	-11.4	-6.6
119.50	-4.5	-9.9	-11.0
119.40	-4.3	-9.3	-12.0
118.78	-2.0	-0.9	-15.6
118.47	0.2	6.9	-14.7
117.95	6.0	26.9	-6.4
117.75	9.0	37.2	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.15	-0.1	-0.2	0.0
121.10	-0.1	-0.2	0.0
120.83	-0.1	-0.4	-0.1
120.40	-0.2	-0.6	-0.4
119.90	-0.4	-0.9	-0.7
119.50	-0.3	-0.8	-1.1
119.40	-0.3	-0.7	-1.2
118.78	-0.1	0.0	-1.4
118.47	0.1	0.7	-1.3
117.95	0.6	2.4	-0.6
117.75	0.9	3.3	0.0

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]
121.50	0.0	0.0	0.0
121.42	0.0	0.0	0.0
121.15	0.0	0.0	0.0
121.10	0.0	0.0	0.0
120.83	0.0	0.0	0.0
120.40	0.0	0.0	0.0
119.90	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0
119.40	0.0	0.0	0.0
118.78	0.0	0.0	0.0
118.47	0.0	0.0	0.0
117.95	0.0	0.0	0.0
117.75	0.0	0.0	0.0

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	-43.8	121.50	-43.7	121.50	-43.7	121.42	-42.4	121.42	-42.4	121.33	-40.8	121.24	-39.2
121.15	-37.6	121.15	-37.6	121.10	-36.8	121.10	-36.8	121.10	-36.7	120.92	-33.5	120.83	-32.1
120.83	-32.1	120.72	-30.1	120.50	-26.3	120.40	-24.6	120.40	-24.6	120.30	-22.9	120.00	-17.9
119.90	-16.3	119.90	-16.3	119.80	-14.8	119.60	-11.8	119.50	-10.5	119.50	-10.5	119.40	-9.1
119.40	-9.1	119.29	-7.8	118.88	-3.6	118.78	-2.9	118.78	-2.9	118.67	-2.2	118.57	-1.6
118.47	-1.1	118.47	-1.1	118.37	-0.7	118.06	-0.1	117.95	0.0	117.95	0.0	117.85	0.0
117.85	0.0	117.75	0.0										

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	0.0	121.50	0.0	121.50	0.0	121.42	0.0	121.42	0.0	121.33	0.0	121.24	0.0
121.15	0.0	121.15	0.0	121.10	0.0	121.10	0.0	121.10	0.0	120.92	0.0	120.83	0.0
120.83	0.0	120.72	0.0	120.50	0.0	120.40	0.0	120.40	0.0	120.30	0.0	120.00	0.0
119.90	0.0	119.90	0.0	119.80	0.0	119.60	0.0	119.50	0.0	119.50	0.0	119.40	0.0
119.40	0.0	119.29	0.0	118.88	0.0	118.78	0.0	118.78	0.0	118.67	0.0	118.57	0.0
118.47	0.0	118.47	0.0	118.37	0.0	118.06	0.0	117.95	0.0	117.95	0.0	117.85	0.0
117.85	0.0	117.75	0.0										

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.752 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 117.752 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 61.6 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 3.4 kN

N<sub>Ed</sub> = 7.5 kN (Druck)

Profil: J| 180 / Stahlgüte: S 235

b = 140.0 mm / h = 180.0 mm

t<sub>f</sub> = 11.0 mm / t<sub>w</sub> = 16.0 mm

A = 56.0 cm<sup>2</sup> / r = 11.0 mm

W<sub>pl</sub> = 358.0 cm<sup>3</sup> / I = 2700.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 8.5 (St.) / 4.6 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 84.1 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 398.6 kN (μ = 0.009)

N<sub>pl,Rd</sub> = 1316.0 kN (μ = 0.006)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Rd</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> = 84.1 kN·m

μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>pl,Rd</sub> = 0.732

Knicklänge = 5.850 m

N<sub>cr</sub> = 1635.2 kN

N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.005 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.732

Nachweis der Holz-Ausfuchung:

max eah(d) = 14.9 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfuchungsdicke = 7.1 cm

max  $M_d = 20.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 118.78 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -2.5 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = -1.1 \text{ kN/m}$ ;  $w_k = 2.6 \text{ mm}$

max  $Q_d = 49.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$  (Tiefe = 117.75 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 11.9 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $N_d = 11.9 \text{ kN/m}$  (Tiefe = 117.75 m)  
Zugehörige Werte:  $Q_d = 49.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ ;  $w_k = 0.0 \text{ mm}$

max  $w_k = 40.0 \text{ mm}$  (Tiefe = 121.50 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $Q_d = 0.0 \text{ kN/m}$ ;  $M_d = 0.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 4.80 \text{ m}$   
Profillänge = 6.40 m  
Verlängerung (Summe V) = 2.22 m

#### Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 197.29 \text{ kN/m}$   
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.800)  
 $E_{ah,d} = 46.65 \text{ kN/m}$   
 $B_{h,d} = 69.10 \text{ kN/m}$   
( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (46.65 + 69.10) / 197.29$   
 $\mu = 115.75 / 197.29 = 0.59$

#### Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

#### Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $G_k - G',k + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$   
 $G_k = 0.61 \text{ kN/m}$   
 $G',k = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$   
 $E_{av,k} = 4.70 \text{ kN/m}$  ( $E_{ah,k} = 11.13 \text{ kN/m}$ )  
 $C_{h,k} = 8.11 \text{ kN/m}$   
 $B_{v,k} = -3.99 \text{ kN/m}$   
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$   
Summe  $V_k = 2.87 \text{ kN/m}$  (Druck)

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: J[ 180

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600 \text{ m}$

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (31.74 - 1/2 \cdot 24.33) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 4.39 \text{ kN}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 24.33 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 3.72 \text{ kN}$

$q_{b,k} = 1.50 \text{ MN/m}^2$

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94 \text{ kN}$

#### Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
119.90	119.50	100.00	MS 3.1: Kies, Quartär
119.50	115.10	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 117.32 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 117.32 m = 1.885 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 2.22 m ==>  $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 117.75 bis 117.32 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 201.90 / 1.40 = 144.22 \text{ kN}$

$$R_{s2,d} = R_{s2,k} / \gamma_{qs,k} = 334.77 / 1.40 = 239.12 \text{ kN}$$
$$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 32.39 / 1.40 = 23.14 \text{ kN}$$
$$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s2,d} + R_{s3,d} = 717.52 \text{ kN}$$

Einwirkungen

$$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 3.37 - 0.00 + 17.01 + 0.00 = 20.38 \text{ kN}$$
$$\Rightarrow \mu = V_d / R_d = 20.38 / 717.52 = 0.03$$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten  $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

Teilsicherheit (Grundbruch)  $\gamma_{Rv} = 1.300$

Berechnungsebene = 117.32 m

Breite = 0.39 m

Gewicht  $G_k$  (einschließlich Verkehr) = 30.24 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)

$E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 25.55$  [kN/m]

Kohäsionskraft  $K_k = 7.32$  [kN/m]

Grundbruchlast  $R_{n,k} = 729.05$  [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel  $\varphi_k = 31.25$  [°]

Kohäsion  $c_k = 9.76$  [kN/m<sup>2</sup>]

$N_d = 21.238 / N_b = 12.281 / N_c = 33.349$

$\sigma_{\bar{u}} = 68.129$  [kN/m<sup>2</sup>]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.062$

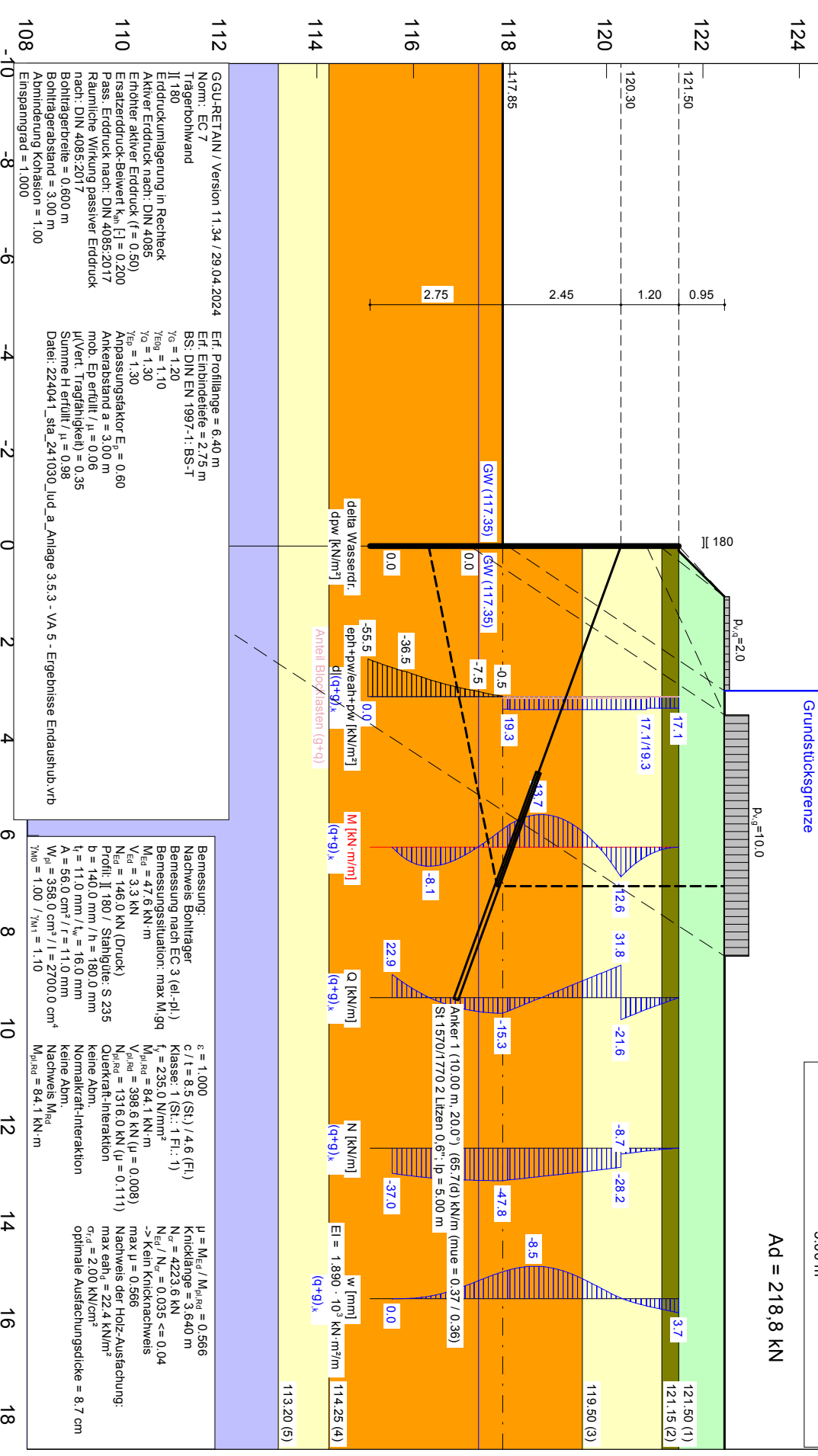
$\mu_e = [30.24 \cdot 1.20] / [(729.05 + 7.32 + 25.55) / 1.300] = 0.062$



Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier B 1/24

Boden	Tiefe [m]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_k$ [°]	c(p) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	c(a) <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\delta_{i0}$ passiv	$\delta_{i0}$ aktiv	$\delta_{i0}$	$q_{a,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$q_{k,z}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
	121.50	18.0	8.0	22.5	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
	121.15	19.0	9.0	25.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	40.00	40.00	MS 2: 1: Auelehm
	119.50	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	100.00	100.00	MS 3: 1: Kies, Quarz
	114.25	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	-0.300	0.667	1.50	80.00	80.00	MS 3.2: Sand, Quarz
	113.20	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.300	0.667	2.00	100.00	100.00	MS 3.2: Kies, Quarz
	<113.20	19.0	11.0	30.0	15.0	15.0	-0.300	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tonfall

OK Wand = 121.50 m
--------------------



112 GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024  
 Nom. EC 7  
 Trägerbohwand  
 II 180  
 Erdruklagerung in Rechteck  
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085  
 Einhoher aktiver Erddruck (f = 0.50)  
 Ersatzerdrukbewert  $k_{a0}$  [f = 0.200]  
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085/2017  
 Räumliche Wirkung passiver Erddruck  
 nach: DIN 4085/2017  
 Bohrtägerbreite = 0.600 m  
 Bohrtägerabstand = 3.00 m  
 Abminderung Kohäsion = 1.00  
 Einspanngrad = 1.000

Eft. Profillänge = 6.40 m  
 Eft. Einbindetiefe = 2.75 m  
 BS: DIN EN 1997-1; BS-T  
 $\gamma_0 = 1.20$   
 $\gamma_{0g} = 1.10$   
 $\gamma_{0a} = 1.30$   
 Anpassungsfaktor  $E_{a0} = 0.80$   
 Ankerabstand a = 3.00 m  
 mob. Ep erfüllt /  $\mu = 0.06$   
 $\mu$ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.35  
 Summe H erfüllt /  $\mu = 0.98$   
 Datei: 22404\_1\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.5.3 - VA 5 - Ergebnisse Erdausthub.vrb

Bemessung:  
 Nachweis Bohrtäger  
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)  
 Bemessungssituation: max  $M_{1,99}$   
 $M_{Ed} = 47.6$  kN·m  
 $V_{Ed} = 3.3$  kN  
 $N_{Ed} = 146.0$  kN (Druck)  
 Profil: II 180 / Stahlgüte: S 235  
 $b = 140.0$  mm /  $h = 180.0$  mm  
 $t_f = 11.0$  mm /  $t_w = 16.0$  mm  
 $A = 56.0$  cm<sup>2</sup> /  $I_y = 11.0$  cm<sup>4</sup>  
 $W_{pl,y} = 358.0$  cm<sup>3</sup> /  $I = 2700.0$  cm<sup>4</sup>  
 $\gamma_{M0} = 1.00$  /  $\gamma_{M1} = 1.10$

$\epsilon = 1.000$   
 $C / I = 8.5$  (St.) / 4.6 (Fl.)  
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)  
 $f_y = 235.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 $M_{pl,y,Ed} = 84.1$  kN·m  
 $N_{pl,y,Ed} = 398.6$  kN ( $\mu = 0.008$ )  
 $N_{pl,y,Ed} = 1316.0$  kN ( $\mu = 0.111$ )  
 Querkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Normalkraft-Interaktion  
 keine Abm.  
 Nachweis  $M_{Ed}$   
 $M_{pl,y,Ed} = 84.1$  kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,y,Ed} = 0.566$   
 Knickelänge = 3.640 m  
 $N_{cr} = 4223.6$  kN  
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.035 <= 0.04$   
 -> Kein Knickeachweis  
 $\mu > 0.566$   
 Nachweis der Holz-Ausfachung:  
 max eab<sub>h</sub> = 22.4 kN/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_{c,d} = 2.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm

Erweiterungsbau Ev. Gymnasium  
 LERNWELTEN Großdeuben  
 Entwurfs- / Genehmigungssplanung  
 Baugrubenerdbau

Projekt Nr.: 224 041  
 Anlage Nr.: 3.5.3

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Trägerbohlwand

=====

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

Datei: 224041\_sta\_241030\_lud\_a\_Anlage 3.5.3 - VA 5 - Ergebnisse Endaushub.vrb

Indices:

d = Bemessungswert

k = charakteristisch

g = Ständig, einschließlich Wasserdruck

q = Veränderlich

g+q = Ständig + Veränderlich, einschließlich Wasserdruck

w = Wasserdruck

Wandkopf = 121.50 m

Maximale Teilung bis Baugrubensohle: 0.100 m

Maximale Teilung unter Baugrubensohle: 0.100 m

Baugrubensohle = 117.85 m

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085:2017

Bohlträgerbreite = 0.600 m

Bohlträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Grundwasserstand (rechts) = 117.35 m

Grundwasserstand (links) = 117.35 m

Wasserdruck auf "0.0" gesetzt, wenn zur Erdseite gerichtet.

Teilsicherheiten

BS: DIN EN 1997-1: BS-T

$\gamma_G = 1.20$

$\gamma_{G,Ruhe} = 1.10$

$\gamma_Q = 1.30$

$\gamma_{Ep} = 1.30$

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

Bermen auf der Aktivseite

Nr.	x1	x2	dh	a	x	y	Auflast	Verkehr
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]
1	0.10	1.05	0.95	0.04	0.05	0.50	0.00	nein

Der Einfluss von Aktivbermen auf den aktiven Erddruck wird gemäß den Beziehungen in "Spundwand-Handbuch Berechnung (1977) Abschnitt 4.9.2.2" berechnet.

Bei steilen Bermen ist gegebenenfalls ein getrennter Nachweis der Standsicherheit der Berme erforderlich.

Bei Bermen ohne Kohäsion gilt: Ausnutzung  $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$  (BS-P)

Flächenlast  $p = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]
1	2.00	0.00	1.05	3.00	122.45
2	10.00	0.00	3.50	8.50	122.45

Lastordinaten Blocklasten (aktiver Anteil)

Nr.	y(oben)	y(mitte)	y(unten)	p(oben)	p(mitte)	p(unten)	Typ
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
1	121.50	121.10	117.95	0.58	0.58	0.58	0 Verkehrslast
2	120.83	117.17	109.49	2.21	2.21	2.21	0

Typ = 0 ==> rechteckförmig verteilt

Erddruckumlagerung in Rechteck

Blocklasten nicht umgelagert

Art des Fußlagers:

Profillänge automatisch und Einspanngrad von 1.000 vorgegeben

Nachweis Fußauflager erbracht mit folgenden Kräften:

$E_{ph,d} = 43.91 \text{ kN/m}$  ( $E_{pv,d} = -17.12 \text{ kN/m}$ )

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) =  $B_{h,d} / E_{ph,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 43.91 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 42.78 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 1.13 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Ersatzkräfte  $C_h$  (Blum)

$C_{h,k} = 22.86 \text{ kN/m}$

$C_{h,g,k} = 22.27 \text{ kN/m}$

$C_{h,q,k} = 0.59 \text{ kN/m}$

$C_{h,w,k} = 0.00 \text{ kN/m}$

Anker und Steifen

$N_{,d'}$  = Bemessungswert (Anker) mit BS-P (1.275/1.50)

Nr.	y	Neigung	Länge	$N_d$	$N(g+q+w),k$	$N(g+w),k$	$N_{w,k}$	EA	EI	$N_{,d'}$
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m <sup>2</sup> /m]	[kN/m]
1	120.30	20.00	7.50	65.70	56.90	55.14	0.00	2.100E+7	-	72.94 Anker

Gewählte Ankerstähle

Ankerabstand = 3.00 m

Nr.	Ankerstahl	A,Ed [kN]	A,Rd [kN]
1	St 1570/1770 2 Litzen 0,6"	218.8	365.2

Bodenkennwerte

Schicht	UK	$\gamma_{,k}$	$\gamma'_{,k}$	$\varphi_{,k}$	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k}^2$
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[MN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
1	121.50	18.00	8.00	22.50	0.00	2.50	-0.667	0.667	0.00	0.00
2	121.15	19.00	9.00	25.00	10.00	10.00	-0.667	0.667	0.00	40.00
3	119.50	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.667	0.667	2.00	100.00
4	114.25	18.00	10.00	32.50	1.00	1.00	-0.500	0.667	1.50	80.00
5	113.20	18.00	10.00	35.00	1.00	1.00	-0.500	0.667	2.00	100.00
6	100.00	19.00	11.00	30.00	15.00	15.00	-0.500	0.667	1.20	70.00

Erhöhte aktive Erddruckbeiwerte

Beziehung:  $(1 - \text{Faktor}) \cdot k_{ah} + \text{Faktor} \cdot k_0$

Faktor [-] = 0.50

Ersatzerddruck-Beiwert  $k_{ah}$  [-] = 0.200

bestimmt nach: DIN 4085

(Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	$k_{agh}$	$k_{ach}$	$\varphi_{,k}$	$\delta$	$\theta$
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
1	121.50	0.501	0.555	22.500	15.01	51.51
2	121.15	0.462	0.521	25.000	16.67	53.00
3	119.50	0.325	0.406	35.000	23.34	58.94
4	114.25	0.357	0.433	32.500	21.68	57.46
5	113.20	0.325	0.406	35.000	23.34	58.94
6	100.00	0.390	0.461	30.000	20.01	55.98

Aktive Erddruckkoordinaten ( $[g+q],k$ )

von	bis	oben	unten	Wasserdruck	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	oben[kN/m <sup>2</sup> ]	unten[kN/m <sup>2</sup> ]
121.500	121.406	17.058	17.058	0.00	0.00
121.406	121.150	17.058	17.058	0.00	0.00
121.150	121.099	17.058	17.058	0.00	0.00
121.099	120.910	17.058	17.058	0.00	0.00
120.910	120.831	17.058	17.058	0.00	0.00
120.831	120.400	19.264	19.264	0.00	0.00

120.400	120.300	19.264	19.264	0.00	0.00
120.300	119.500	19.264	19.264	0.00	0.00
119.500	119.400	19.264	19.264	0.00	0.00
119.400	118.600	19.264	19.264	0.00	0.00
118.600	118.500	19.264	19.264	0.00	0.00
118.500	117.953	19.264	18.684	0.00	0.00
117.953	117.850	18.684	18.684	0.00	0.00
117.850	117.450	0.000	0.000	0.00	0.00
117.450	117.350	0.000	0.000	0.00	0.00
117.350	117.169	0.000	0.000	0.00	0.00
117.169	116.464	0.000	0.000	0.00	0.00
116.464	115.558	0.000	0.000	0.00	0.00
115.558	114.250	0.000	0.000	0.00	0.00
114.250	113.200	0.000	0.000	0.00	0.00
113.200	109.488	0.000	0.000	0.00	0.00
109.488	100.000	0.000	0.000	0.00	0.00

Hydrodynamische Wasserdruckspannung  
 (dynamisch (hoch)durchlässiger Boden unterhalb des Grundwasserspiegels)

w(oben)	w(unten)	z(oben)	z(unten)
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]
0.00	0.00	121.50	117.85

Passive Erddruckbeiwerte  
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k <sub>pgh</sub>	k <sub>pch</sub>	φ <sub>k</sub>	δ	θ
[-]	[m]	[-]	[-]	[°]	[°]	[°]
4	114.25	5.311	5.521	32.500	-16.25	19.04
5	113.20	6.319	6.168	35.000	-17.50	17.41
6	100.00	4.496	4.965	30.000	-15.00	20.65

Passive Erddruckordinaten (Bemessungswerte)

Teilsicherheit Erdwiderstand = 1.30

Anpassungsfaktor Erdwiderstand = 0.60

von	bis	oben	unten
[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
117.85	117.45	-0.51	-5.79
117.45	117.35	-5.79	-7.53
117.35	117.17	-7.53	-9.94
117.17	116.46	-9.94	-22.24
116.46	115.56	-22.24	-42.74
115.56	114.25	-42.74	-71.23
114.25	113.20	-80.68	-101.11
113.20	109.49	-111.27	-173.45
109.49	100.00	-173.45	-332.37

Schnittgrößen (Bemessungswerte)

Tiefe	N	Q	M	A(h)
[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN·m/m]	[kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.6	-1.8	-0.1	
121.15	-2.1	-6.9	-1.2	
121.10	-2.6	-7.9	-1.6	
120.91	-4.2	-11.6	-3.4	
120.83	-4.9	-13.2	-4.4	
120.40	-9.1	-22.8	-12.2	
120.30	-10.1	-25.0	-14.6	-62.0
120.30	-32.7	36.9	-14.6	
119.50	-40.5	19.0	7.8	
119.40	-41.4	16.8	9.6	
118.60	-48.7	-1.1	15.9	
118.50	-49.6	-3.3	15.7	
117.95	-54.5	-15.5	10.5	
117.85	-55.4	-17.8	8.8	
117.45	-55.1	-16.6	1.9	
117.35	-54.9	-15.9	0.2	
117.17	-54.5	-14.3	-2.5	

116.46 -51.4 -3.1 -9.2  
 115.56 -42.9 26.5 0.0

Schnittgrößen (g,d)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.8	-0.1	
121.15	-2.0	-6.6	-1.2	
121.10	-2.5	-7.6	-1.5	
120.91	-4.1	-11.2	-3.3	
120.83	-4.7	-12.7	-4.2	
120.40	-8.8	-22.0	-11.7	
120.30	-9.7	-24.1	-14.0	-59.8
120.30	-31.5	35.7	-14.0	
119.50	-39.1	18.4	7.6	
119.40	-40.0	16.2	9.3	
118.60	-47.0	-1.1	15.4	
118.50	-47.9	-3.2	15.2	
117.95	-52.7	-15.0	10.2	
117.85	-53.6	-17.2	8.5	
117.45	-53.3	-16.1	1.8	
117.35	-53.1	-15.4	0.2	
117.17	-52.7	-13.9	-2.4	
116.46	-49.6	-3.1	-8.9	
115.56	-41.4	25.8	0.0	

Schnittgrößen ([g+q+w],k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.6	-0.1	
121.15	-1.8	-6.0	-1.0	
121.10	-2.2	-6.8	-1.4	
120.91	-3.6	-10.1	-3.0	
120.83	-4.2	-11.4	-3.8	
120.40	-7.9	-19.7	-10.5	
120.30	-8.7	-21.6	-12.6	-53.5
120.30	-28.2	31.8	-12.6	
119.50	-35.0	16.4	6.7	
119.40	-35.7	14.5	8.3	
118.60	-42.0	-0.9	13.7	
118.50	-42.8	-2.8	13.5	
117.95	-47.0	-13.4	9.0	
117.85	-47.8	-15.3	7.6	
117.45	-47.6	-14.3	1.6	
117.35	-47.4	-13.7	0.2	
117.17	-47.0	-12.3	-2.2	
116.46	-44.3	-2.7	-7.9	
115.56	-37.0	22.9	0.0	

Schnittgrößen (g+w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	-0.5	-1.5	-0.1	
121.15	-1.8	-5.8	-1.0	
121.10	-2.1	-6.6	-1.3	
120.91	-3.5	-9.7	-2.9	
120.83	-4.1	-11.0	-3.7	
120.40	-7.6	-19.1	-10.2	
120.30	-8.5	-20.9	-12.2	-51.8
120.30	-27.3	30.9	-12.2	
119.50	-33.9	15.9	6.5	
119.40	-34.6	14.1	8.0	
118.60	-40.7	-0.9	13.3	
118.50	-41.5	-2.8	13.1	

117.95	-45.6	-13.0	8.8
117.85	-46.4	-14.9	7.4
117.45	-46.1	-13.9	1.6
117.35	-46.0	-13.3	0.2
117.17	-45.6	-12.0	-2.1
116.46	-43.0	-2.6	-7.7
115.56	-35.9	22.3	0.0

Schnittgrößen (q,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	0.0	-0.1	0.0	
121.15	-0.1	-0.2	0.0	
121.10	-0.1	-0.2	0.0	
120.91	-0.1	-0.3	-0.1	
120.83	-0.1	-0.4	-0.1	
120.40	-0.2	-0.6	-0.4	
120.30	-0.3	-0.7	-0.4	1.7
120.30	-0.9	1.0	-0.4	
119.50	-1.1	0.5	0.2	
119.40	-1.1	0.4	0.2	
118.60	-1.3	0.0	0.4	
118.50	-1.3	-0.1	0.4	
117.95	-1.4	-0.4	0.2	
117.85	-1.4	-0.4	0.2	
117.45	-1.4	-0.4	0.0	
117.35	-1.4	-0.3	0.0	
117.17	-1.4	-0.3	-0.1	
116.46	-1.3	-0.1	-0.2	
115.56	-1.1	0.6	0.0	

Schnittgrößen (w,k)

Tiefe [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kN·m/m]	A(h) [kN/m]
121.50	0.0	0.0	0.0	
121.41	0.0	0.0	0.0	
121.15	0.0	0.0	0.0	
121.10	0.0	0.0	0.0	
120.91	0.0	0.0	0.0	
120.83	0.0	0.0	0.0	
120.40	0.0	0.0	0.0	
120.30	0.0	0.0	0.0	0.0
119.50	0.0	0.0	0.0	
119.40	0.0	0.0	0.0	
118.60	0.0	0.0	0.0	
118.50	0.0	0.0	0.0	
117.95	0.0	0.0	0.0	
117.85	0.0	0.0	0.0	
117.45	0.0	0.0	0.0	
117.35	0.0	0.0	0.0	
117.17	0.0	0.0	0.0	
116.46	0.0	0.0	0.0	
115.56	0.0	0.0	0.0	

Weggrößen (g,d)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]	Tiefe [m]	w [mm]
121.50	4.3	121.50	4.3	121.50	4.3	121.41	4.0	121.41	4.0	121.32	3.7	121.24	3.5
121.15	3.2	121.15	3.2	121.10	3.1	121.10	3.1	121.00	2.7	121.00	2.7	120.91	2.4
120.91	2.4	120.83	2.2	120.83	2.2	120.72	1.8	120.50	0.8	120.40	0.3	120.40	0.3
120.30	-0.2	120.30	-0.2	120.20	-0.9	119.60	-5.2	119.50	-5.9	119.50	-5.9	119.40	-6.6
119.40	-6.6	119.30	-7.2	118.70	-9.5	118.60	-9.6	118.60	-9.6	118.50	-9.6	118.50	-9.6
118.40	-9.6	118.00	-8.6	117.95	-8.4	117.95	-8.4	117.85	-8.0	117.85	-8.0	117.75	-7.5
117.55	-6.5	117.45	-5.9	117.45	-5.9	117.35	-5.4	117.35	-5.4	117.26	-4.8	117.26	-4.8
117.17	-4.3	117.17	-4.3	117.07	-3.8	116.57	-1.5	116.46	-1.1	116.46	-1.1	116.36	-0.8

115.66 0.0 115.56 0.0

Weggrößen (w,k)

berechnet mit EI = 1.890E+3 kN·m<sup>2</sup>/m

Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w	Tiefe	w
[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]
121.50	0.0	121.50	0.0	121.50	0.0	121.41	0.0	121.41	0.0	121.32	0.0	121.24	0.0
121.15	0.0	121.15	0.0	121.10	0.0	121.10	0.0	121.00	0.0	121.00	0.0	120.91	0.0
120.91	0.0	120.83	0.0	120.83	0.0	120.72	0.0	120.50	0.0	120.40	0.0	120.40	0.0
120.30	0.0	120.30	0.0	120.20	0.0	119.60	0.0	119.50	0.0	119.50	0.0	119.40	0.0
119.40	0.0	119.30	0.0	118.70	0.0	118.60	0.0	118.60	0.0	118.50	0.0	118.50	0.0
118.40	0.0	118.00	0.0	117.95	0.0	117.95	0.0	117.85	0.0	117.85	0.0	117.75	0.0
117.55	0.0	117.45	0.0	117.45	0.0	117.35	0.0	117.35	0.0	117.26	0.0	117.26	0.0
117.17	0.0	117.17	0.0	117.07	0.0	116.57	0.0	116.46	0.0	116.46	0.0	116.36	0.0
115.66	0.0	115.56	0.0										

Verdrehung (Theoretischer Fußpunkt) [°]

phi,g,d: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.558 m

phi,w,k: 0.00000000

Theoretischer Fußpunkt = 115.558 m

Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)

Bemessungssituation: max M,gq

M<sub>Ed</sub> = 47.6 kN·m

V<sub>Ed</sub> = 3.3 kN

N<sub>Ed</sub> = 146.0 kN (Druck)

Profil: ]I 180 / Stahlgüte: S 235

b = 140.0 mm / h = 180.0 mm

t<sub>f</sub> = 11.0 mm / t<sub>w</sub> = 16.0 mm

A = 56.0 cm<sup>2</sup> / r = 11.0 mm

W<sub>pl</sub> = 358.0 cm<sup>3</sup> / I = 2700.0 cm<sup>4</sup>

γ<sub>M0</sub> = 1.00 / γ<sub>M1</sub> = 1.10

ε = 1.000

c / t = 8.5 (St.) / 4.6 (Fl.)

Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)

f<sub>y</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>

M<sub>pl,Rd</sub> = 84.1 kN·m

V<sub>pl,Rd</sub> = 398.6 kN (μ = 0.008)

N<sub>pl,Rd</sub> = 1316.0 kN (μ = 0.111)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M<sub>Rd</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> = 84.1 kN·m

μ = M<sub>Ed</sub> / M<sub>pl,Rd</sub> = 0.566

Knicklänge = 3.640 m

N<sub>cr</sub> = 4223.6 kN

N<sub>Ed</sub> / N<sub>cr</sub> = 0.035 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.566

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 22.4 kN/m<sup>2</sup>

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm<sup>2</sup>

optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm

max M<sub>d</sub> = 15.9 kN·m/m (Tiefe = 118.60 m)

Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -48.7 kN/m; Q<sub>d</sub> = -1.1 kN/m; w<sub>k</sub> = 8.5 mm

max Q<sub>d</sub> = 36.9 kN·m/m (Tiefe = 120.30 m)

Zugehörige Werte: N<sub>d</sub> = -32.7 kN/m; M<sub>d</sub> = -14.6 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 0.2 mm

max N<sub>d</sub> = 55.4 kN/m (Tiefe = 117.85 m)

Zugehörige Werte: Q<sub>d</sub> = -17.8 kN/m; M<sub>d</sub> = 8.8 kN·m/m; w<sub>k</sub> = 8.2 mm

max  $w_k = 8.5$  mm (Tiefe = 118.50 m)  
Zugehörige Werte:  $N_d = -49.6$  kN/m;  $Q_d = -3.3$  kN/m;  $M_d = 15.7$  kN·m/m

Vergrößerung der Einbindetiefe um 20.00 %  
Einbindetiefe  $t_g = 2.75$  m  
Profillänge = 6.40 m

#### Nachweis Summe H

$E_{ph,d} = 163.64$  kN/m  
( $E_{ph,d}$  mit Wandreibungswinkel =  $-\varphi$  ermittelt)  
( $E_{ph,d}$  berechnet mit Anpassungsfaktor von: 0.600)  
 $E_{ah,d} = 116.56$  kN/m  
 $B_{h,d} = 43.91$  kN/m  
( $B_{h,d}$  über rechnerisches Auflager)  
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$  (Nachweis OK)  
 $\mu = (E_{ah,d} + B_{h,d}) / E_{ph,d}$   
 $\mu = (116.56 + 43.91) / 163.64$   
 $\mu = 160.48 / 163.64 = 0.98$

#### Nachweis Summe V

Bei Trägerbohlwänden berechnet sich  $E_{pv}$  ( $B_v$ ) aus dem Reibungs- und dem Kohäsionsanteil unterschiedlich. Der Reibungsanteil wird dabei nur vor dem Bohlträger angesetzt. Für  $C_h$  und  $C_v$  erfolgt eine analoge Annahme.

#### Nachweis des mobilisierten Erdwiderstands

Bedingung:  $G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$

$G_k = 0.94$  kN/m  
 $G'_{,k} = 0.00$  kN/m  
 $P_{v,k} = 18.86$  kN/m  
 $E_{av,k} = 26.76$  kN/m ( $E_{ah,k} = 65.57$  kN/m)  
 $C_{h,k} = 4.57$  kN/m  
 $B_{v,k} = -2.98$  kN/m  
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$   
Summe  $V_k = 44.46$  kN/m (Druck)

#### Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit

(Eigene Erfahrungswerte)

Verfahren 1: EAU Bild E 4-3 (links)

Profil: ] [ 180

Berechnung als Bohrpfahl mit  $D = 0.600$  m

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Bv,d} = (22.89 - 1/2 \cdot 13.72) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 3.60$  kN  
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) / \gamma_{Ep}$   
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 13.72 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 2.10$  kN

$q_{b,k} = 1.50$  MN/m<sup>2</sup>

$R_{b,d} = A \cdot q_{b,k} / \gamma_{qb,k} = 0.2827 \cdot 1.50 \cdot 1000 / 1.40 = 302.94$  kN

#### Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Bezeichnung
117.85	115.10	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 115.10 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 115.56 bis 115.10 m = 0.942 m<sup>2</sup>/m ==>  $R_{s3,d}$

$R_{s1,d} = \eta(s) \cdot R_{s1,k} / \gamma_{qs,k} = 1.000 \cdot 207.33 / 1.40 = 148.09$  kN

$R_{s3,d} = R_{s3,k} / \gamma_{qs,k} = 34.56 / 1.40 = 24.68$  kN

$R_d = R_{Bv,d} + R_{Cv,d} + R_{b,d} + R_{s1,d} + R_{s3,d} = 481.41$  kN

#### Einwirkungen

$V_d = G_d - G'_{,k} + E_{av,d} + P_{v,d} = 3.38 - 0.00 + 93.10 + 70.24 = 166.71$  kN

==>  $\mu = V_d / R_d = 166.71 / 481.41 = 0.35$

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

#### Nachweis Tiefe Gleitfuge

Nachweis mit erhöhtem Erddruck



Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 5.19 m

$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$  und  $A_{h,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$   
 mögl  $A_{h,g,d} = \text{mögl } A_{h,g,k} / \gamma_{Ep}$  und mögl  $A_d = \text{mögl } A_k / \gamma_{Ep}$   
 mue = Ausnutzungsgrad  $\leq 1.0$

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	A <sub>h,d</sub>	mögl A <sub>h,d</sub>	mue,gq	A <sub>h,g,d</sub>	mögl A <sub>h,g,d</sub>	mue,g
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	120.30	7.50	0.00	64.82	175.44	0.369	62.80	173.34	0.362

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g+q

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.31	-	68.3	27.9	-	-	-	-	-	-
0.10	116.33	8.5	122.6	49.5	-16.8	-43.7	0.1	0.0	11.40	32.5
1.05	116.53	88.2	122.2	48.7	-29.3	-76.0	1.0	0.0	11.40	32.5
4.24	117.17	321.5	104.2	41.2	-103.4	-268.0	3.3	0.0	11.40	32.5
5.14	117.35	92.5	97.5	38.6	-29.4	-76.2	0.9	0.0	11.40	32.5
7.05	117.73	188.3	75.0	29.5	-57.5	-149.0	1.9	0.0	11.40	32.5

Werte für ungünstigste Gleitfuge

Lastfall: g

x	y	G <sub>k</sub>	E <sub>ah,k</sub>	E <sub>av,k</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>	C <sub>k</sub>	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	116.31	-	66.2	27.1	-	-	-	-	-	-
0.10	116.33	8.5	120.5	48.6	-16.9	-43.7	0.1	0.0	11.40	32.5
1.05	116.53	88.2	120.1	48.0	-29.4	-76.1	1.0	0.0	11.40	32.5
4.24	117.17	317.6	104.2	41.2	-102.6	-265.9	3.3	0.0	11.40	32.5
5.14	117.35	92.5	97.5	38.6	-29.4	-76.2	0.9	0.0	11.40	32.5
7.05	117.73	188.3	75.0	29.5	-57.5	-149.0	1.9	0.0	11.40	32.5

(H = Horizontalkraft infolge Erdbeben)

Nachweis Aufbruchsicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten f<sub>Q</sub> = 1.300 / 1.150 = 1.130

Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(R<sub>v</sub>) = 1.300

Berechnungsebene = 115.10 m

Breite = 1.05 m

Gewicht G<sub>k</sub> (einschließlich Verkehr) = 134.17 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

E<sub>av,k</sub> (δ = 2/3 · φ) = 55.83 [kN/m]

Kohäsionskraft K<sub>k</sub> = 9.54 [kN/m]

Grundbruchlast R<sub>n,k</sub> = 2467.01 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel φ<sub>k</sub> = 30.96 [°]

Kohäsion c<sub>k</sub> = 10.43 [kN/m<sup>2</sup>]

N<sub>d</sub> = 20.545 / N<sub>b</sub> = 11.727 / N<sub>c</sub> = 32.575

σ<sub>ü</sub> = 85.576 [kN/m<sup>2</sup>]

mue = [G<sub>k</sub> · γ<sub>G</sub>] / [(P<sub>g,k</sub> + K<sub>k</sub> + E<sub>av,k</sub>) / γ<sub>Gf</sub>] = 0.079

mue = [134.17 · 1.15] / [(2467.01 + 9.54 + 55.83) / 1.300] = 0.079

