

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

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

ANLAGEN	Blatt
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:

Modell-schicht	Bodenart	Reibungs-winkel ϕ_k' [°]	Kohäsion c_k' [kN/m ²]	Wichte γ_n / γ' [kN/m ³]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
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	Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ [MN/m ²]	Mantelreibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Lage zur Baugrubensohle
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 ¹⁾	100,0	ober- und unterhalb
MS 3.2	Sand, Quartär	0,8 / 1,0 / 1,5 ¹⁾	80,0	ober- und unterhalb
MS 4	Feinsand, Tertiär	0,7 / 0,9 / 1,2 ¹⁾	70,0	unterhalb

¹⁾ Pfahlspitzen drücke für bezogene Pfahkopfsetzungen $s/D_s = 0,02 / 0,03 / 0,10$ ($= s_g$)

Tabelle 2: Charakteristische Werte für den Pfahlspitzen druck 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] ¹⁾	
	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

¹⁾ 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 ≥ 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	≥ 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.

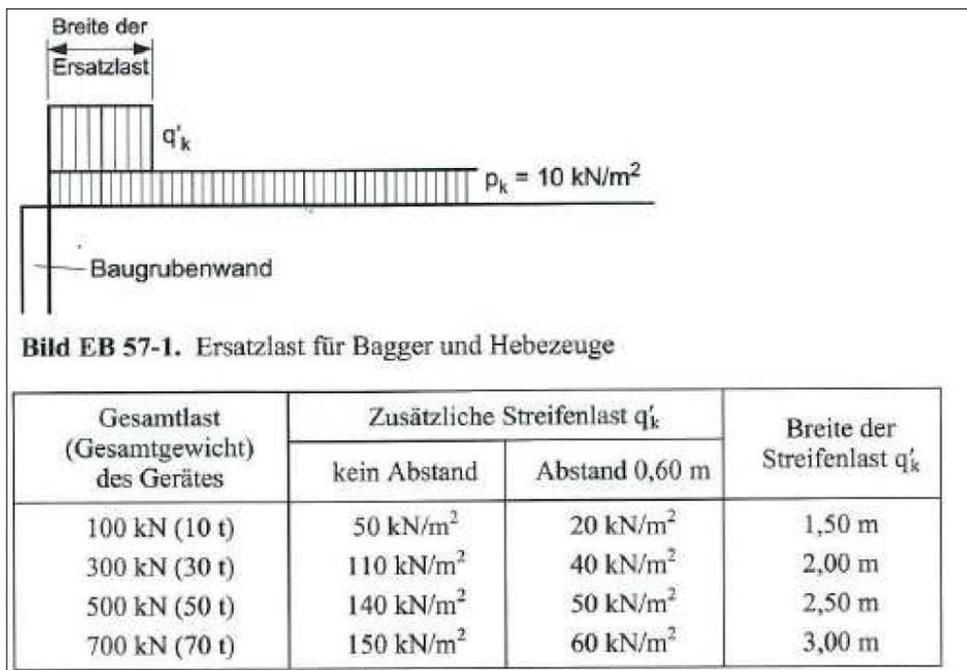


Bild 1: Ersatzlast für Bagger und Hebezeuge aus [U 4.2]

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 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 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 ΣH ,
- Nachweis der vertikalen Tragfähigkeit (ΣV),
- 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

Verbaubauabschnitt	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)
Verbaubauart	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
Trägerbohlwand						
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
Rückverankerung						
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 ²⁾	10,0 m ²⁾	10,0 m ²⁾
Neigung Verpressanker	-	-	-	20,0°	20,0°	20,0°
Verpressstrecke	-	-	-	≥ 5,0 m	≥ 5,0 m	≥ 5,0 m
vorn. / zul. Ankerkraft (Bemessungswert) ¹⁾	-	-	-	241,2 kN / 365,2 kN	228,4 kN / 365,2 kN	218,8 kN / 365,2 kN
Ausfachung						
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

¹⁾ zul. Ankerkraft aus innerer / äußerer Tragfähigkeit (kleinerer Wert maßgebend)

²⁾ entspricht Länge Anker von Verbauchse 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
Trägerbohlwand						
HEB 260, S 235	29 Stück á 5,65 m L_{ges} = 163,9 m	12 Stück á 5,80 m L_{ges} = 69,6 m				
HEB 300, S 235			5 Stück á 6,70 m L_{ges} = 33,5 m			
II 180, S 235				3 Stück á 6,45 m L_{ges} = 19,4 m		12 Stück á 6,40 m L_{ges} = 76,8 m
II 200, S 235				4 Stück á 6,65 m L_{ges} = 26,6 m		
Rückverankerung						
Verpressanker / Verpressstrecke (z. B. System DYWIDAG, R. Münch o. vglb.)				St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 4 St. á 10,0 m L_{ges} = 40,0 m	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 3 St. á 10,0 m L_{ges} = 30,0 m	St 1570/1770, 2 Litzen 0,6" 11 St. á 10,0 m L_{ges} = 110,0 m
Ausfachung						
Holzausfachung, d = 8 cm	ca. 101,5 m ²	ca. 43,8 m ²	ca. 18,3 m ²			
Holzausfachung, d = 12 cm				ca. 32,9 m ²	ca. 36,5 m ²	ca. 122,3 m ²
Kopfböschung (45°)						
max. Böschungshöhe	0,6 m	0,5 m	-	0,9 m	0,9 m	1,0 m
Kubatur Aushub Kopfböschung	ca. 10,5 m ³	ca. 3,2 m ³	-	ca. 3,7 m ³	ca. 4,1 m ³	ca. 16,8 m ³
Ansichtfläche / Abwicklung Verbau						
freistehende Trägerbohlwand		ca. 163,6 m ²				
1-fach rückverankerte Trägerbohlwand					ca. 191,7 m ²	
Gesamtansichtfläche Baugruberverbau				ca. 355,3 m ²		

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



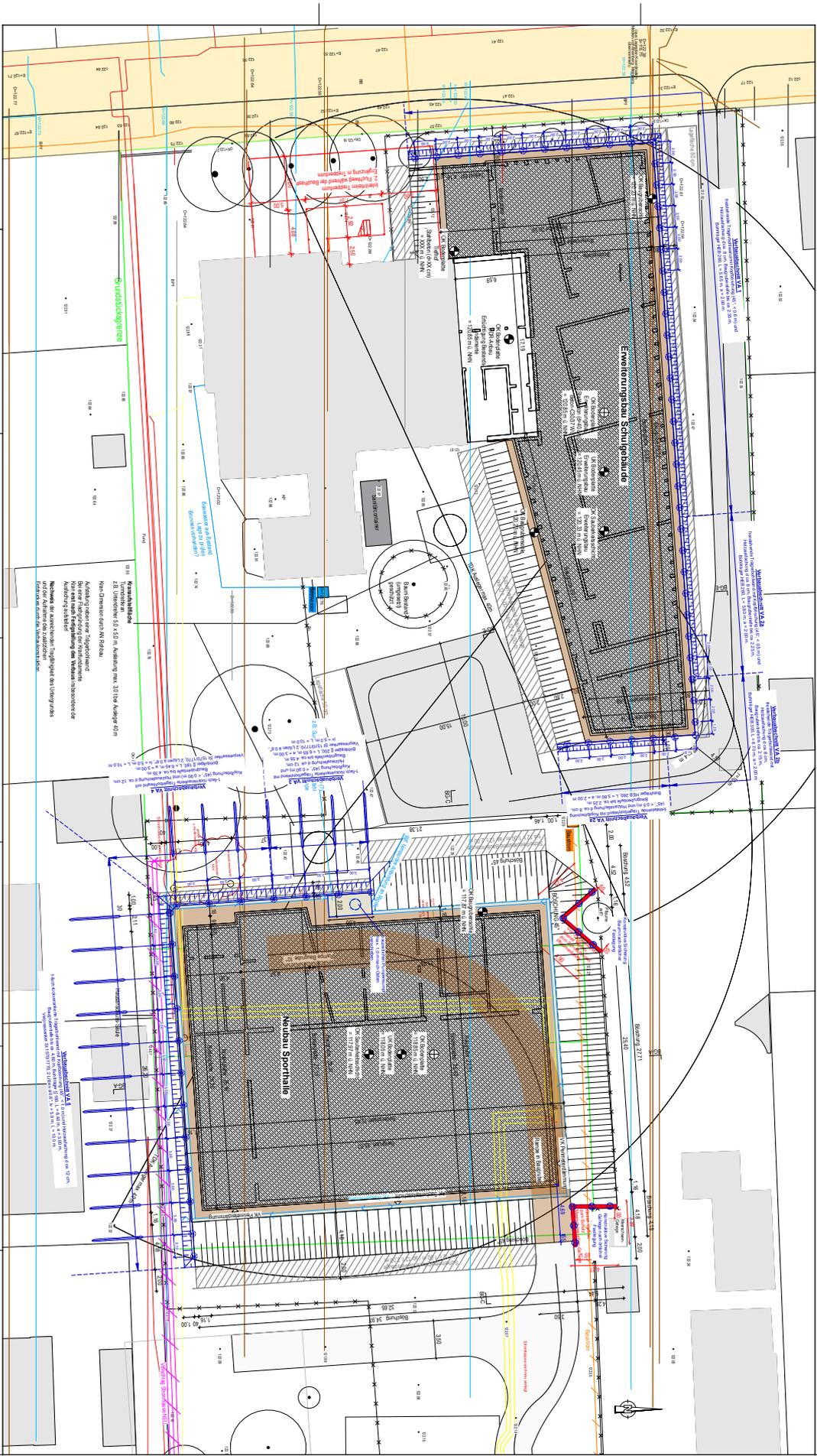
Verteiler

- 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



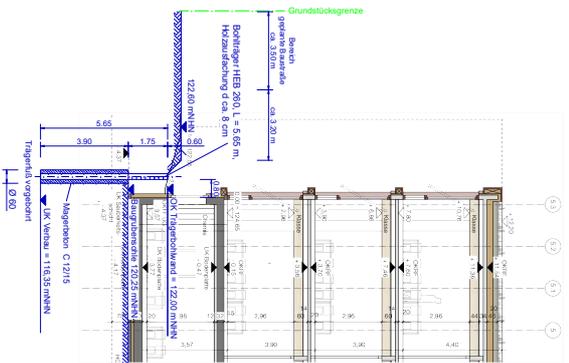
Zusätzliche: 10000 30.000 40.000 50.000 60.000 70.000 80.000 90.000 100.000 110.000 120.000 130.000 140.000 150.000 160.000 170.000 180.000 190.000 200.000

Genehmigungsplanung

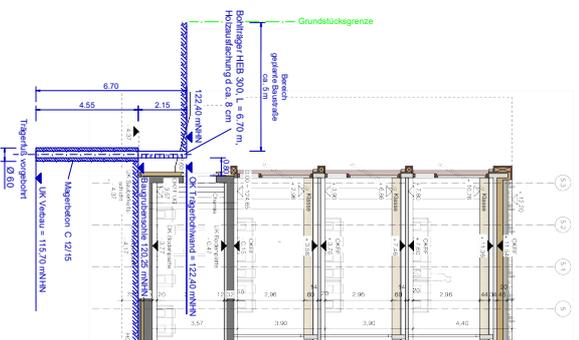
1	Plan	1:100
2	Plan	1:100
3	Plan	1:100
4	Plan	1:100
5	Plan	1:100
6	Plan	1:100
7	Plan	1:100
8	Plan	1:100
9	Plan	1:100
10	Plan	1:100
11	Plan	1:100
12	Plan	1:100
13	Plan	1:100
14	Plan	1:100
15	Plan	1:100
16	Plan	1:100
17	Plan	1:100
18	Plan	1:100
19	Plan	1:100
20	Plan	1:100
21	Plan	1:100
22	Plan	1:100
23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

10000 30.000 40.000 50.000 60.000 70.000 80.000 90.000 100.000 110.000 120.000 130.000 140.000 150.000 160.000 170.000 180.000 190.000 200.000

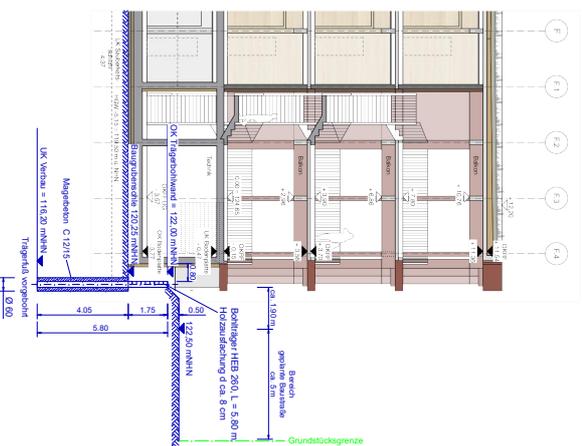
Verbauchschnitt VA 1
M 1:100



Verbauchschnitt VA 2b
M 1:100



Verbauchschnitt VA 2a
M 1:100



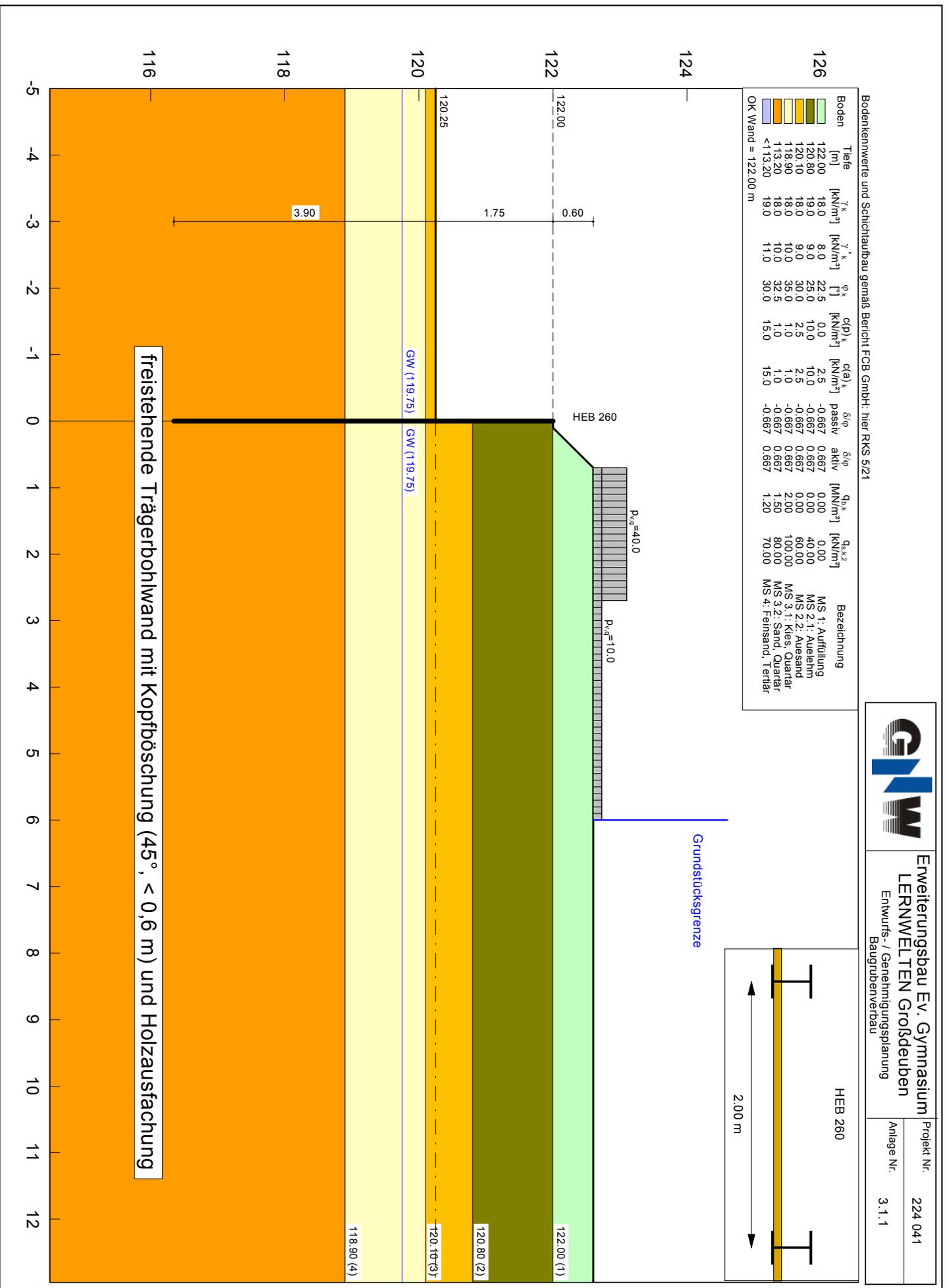
Plangrundlage: 241030_LW_50_Serra_Akquird
241030_LW_52_Serra_C&M
241030_LW_53_Serra_C&M
Serra und Paurer Anwesen
Losenweg 50, 04177 Leipzig

Genehmigungsplanung

Nr.	Änderung	Datum
a		
b		
c		
d		

Auftraggeber	Schülerhelfer Lernwelten e. V.
Planersteller	Geotechnik Dr. Norbert Wehnert GmbH Schülerhelfer 09247 Gröden 03641 68570 03641 68571 Fax: 03641 685711
Projekt	LEHRWELTEN Erweiterungsbau Schule und Neubau Sportplatz mit Mensa, Großdenkmal
Plan	Sonderdarstellungen Verbauchschnitte VA 1 bis VA 2b Erweiterungsbau Schulgebäude
Projekt-Nr.	224 041
gezeichnet	Kuhn
geprüft	Tudermann
Datum	05.11.2024
Arbeits-	2.1





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 ²]	[-]
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 $\mu_e = \tan(\beta) / \tan(\phi) * 1.25$ (BS-P)

Flächenlast $p = 0.00$ kN/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_{k}	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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 ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]

0.00 0.00 122.00 120.25

Passive Erddruckbeiwerte
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht [-]	UK [m]	k_{pgh} [-]	k_{pch} [-]	φ_k [°]	δ [°]	θ [°]
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 ²]	unten [kN/m ²]
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·m²/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·m²/m

Tiefe	w												
[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_{Ed} = 177.8 kN·m

V_{Ed} = 4.0 kN

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 cm² / r = 24.0 mm

W_{pl} = 1283.0 cm³ / I = 14919.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 301.5 kN·m

V_{pl,Rd} = 504.0 kN (μ = 0.008)

N_{pl,Rd} = 2773.0 kN (μ = 0.002)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 301.5 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.590

N_{Ed} > 0.0 (Zug)

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.590

Nachweis der Holz-Ausfachsung:

max eah(d) = 32.6 kN/m²

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm²

optimale Ausfachsungsdicke = 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	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	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 = $0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 116.37 m = $1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.02 m $\implies R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 117.02 bis 116.37 m = $0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s3,d}$

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

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

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

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

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/m²]

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

$\sigma_{\bar{u}} = 90.349$ [kN/m²]

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

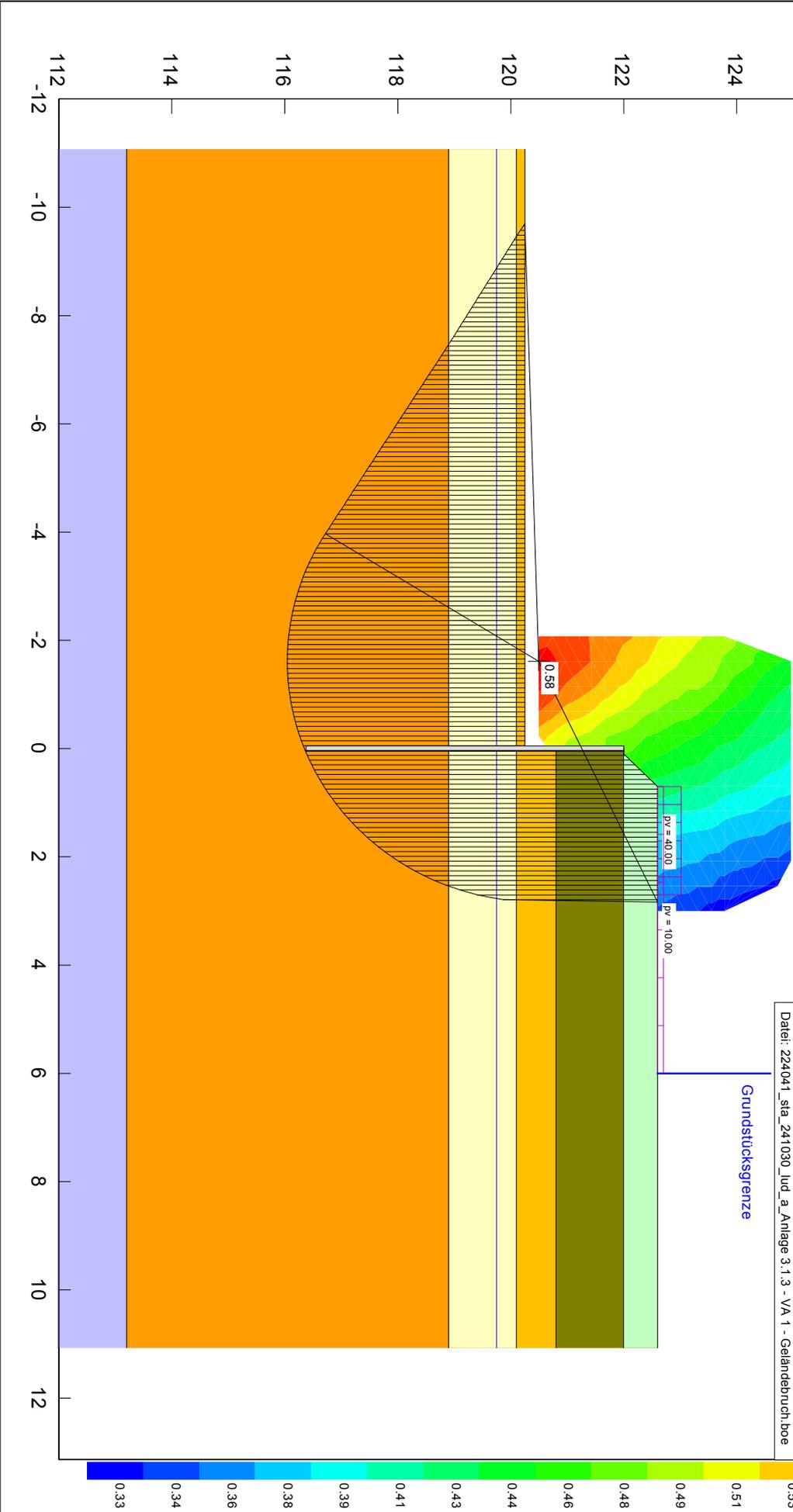
$\mu_e = [213.98 \cdot 1.20] / [(3703.73 + 17.47 + 37.56) / 1.300] = 0.089$

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

Boden	γ_k [kN/m ³]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
128	22.50	2.50	18.00	MS 1: Auffüllung
	25.00	10.00	19.00	MS 2.1: Auelehm
	30.00	2.50	18.00	MS 2.2: Auesand
	35.00	1.00	20.00	MS 3.1: Kies, Quarzär
	32.50	1.00	20.00	MS 3.2: Sand, Quarzär
	30.00	15.00	21.00	MS 4: Feinsand, Teilfl

GGU-STABILITÄT / Version 14.22 / 23.07.2024
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $l_{min} = 0.58$
 $x_m = -1.61$ m $y_m = 120.50$ m
 $R = 4.45$ m
 Teilsicherheiten:
 $-y(\varphi) = 1.25$
 $-y(c) = 1.25$
 $-y(\gamma_{G_1}) = 1.25$
 $-y(W_richten) = 1.00$
 $-y(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 $-y(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 Datei: 224041_sta_241030_lud_a_Anlage 3.1.3 - VA 1 - Geländebruch boe

Grundstücksgrenze

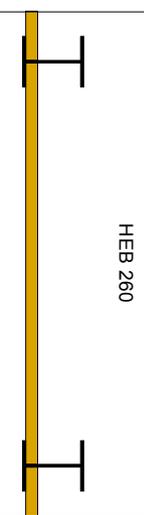


Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugrubenverbau

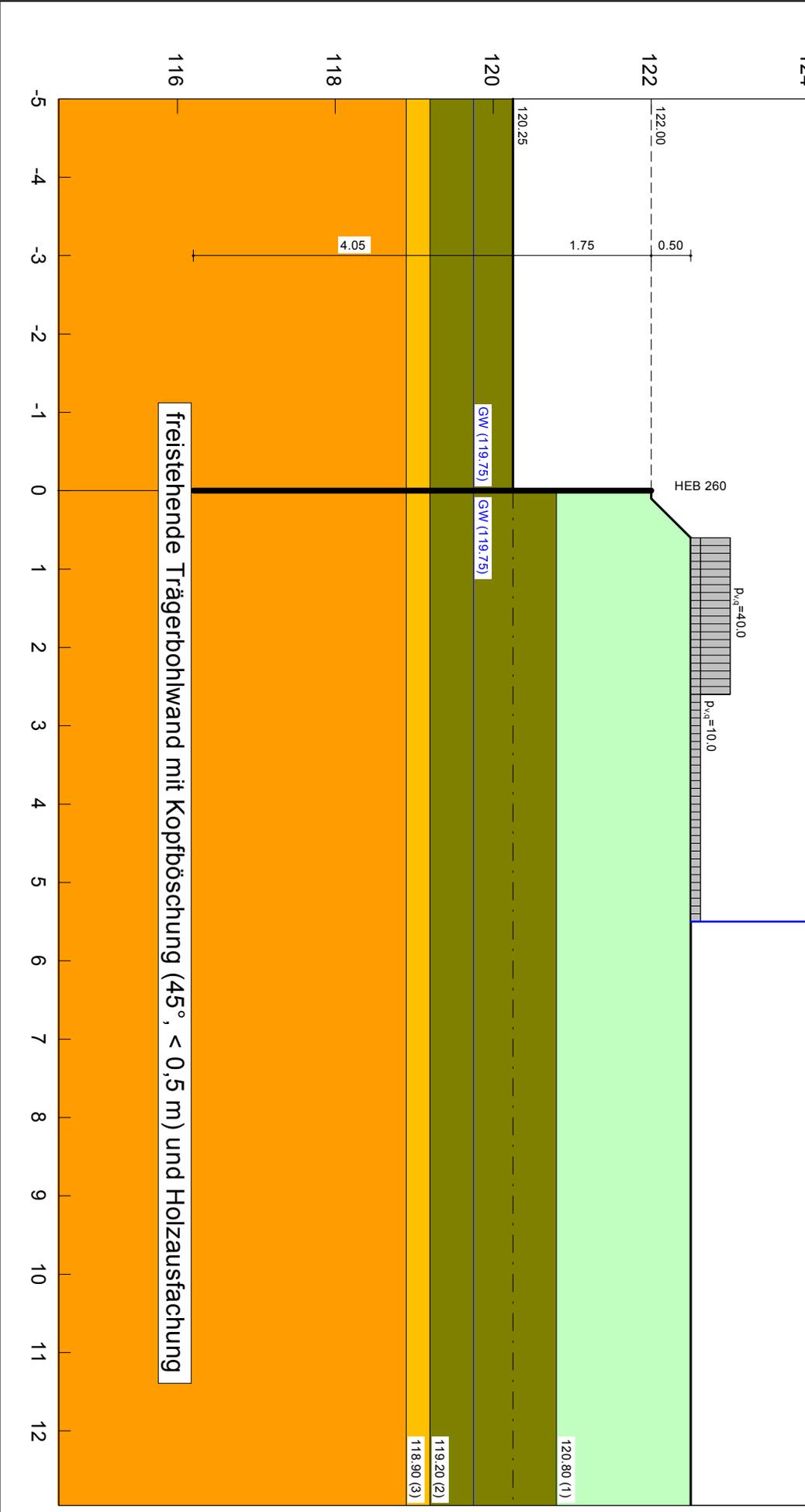
Projekt Nr. 224 041
 Anlage Nr. 3.1.3

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	γ'_{k2} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ'_{ϕ} passiv	δ'_{ϕ} aktiv	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,z}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
120,80	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	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	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	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	<113,20	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,500	0,667	1,20	70,00	MS 4: Feinsand, Tertiar	



Grundstücksgrenze



Erweiterungsbau Ev. Gymnasium LERNWELTEN Großdeuben

Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenerwerb

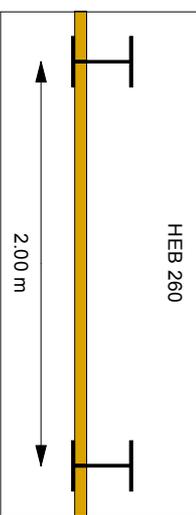
Projekt Nr.: 224 041

Anlage Nr.: 3.2.1

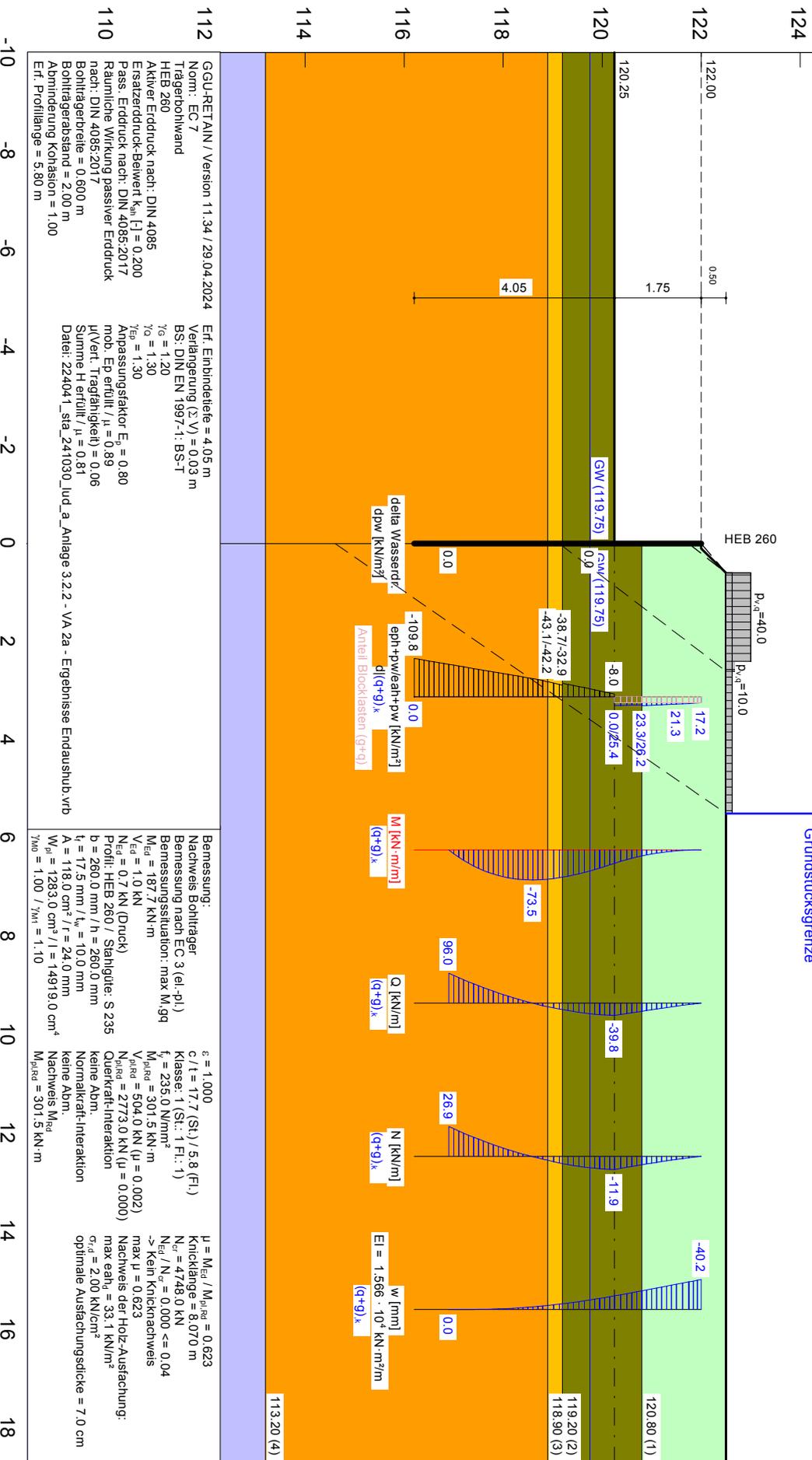
Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 4/21

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	γ'_{k2} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0} [MN/m ²]	$q_{a,k}$ [kN/m ²]	$q_{k,2}$ [kN/m ²]	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, Quaritär
	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, Tertiar	

OK Wand = 122.00 m



Grundstücksgrenze



112 GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024
 Norm: EC 7
 Tragbohrwand
 HEB 260
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzdruck-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 = 5.80 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 / $\mu = 0.89$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.06
 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_{1,gd}
 $V_{Ed} = 187.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $N_{Ed} = 0.7 \text{ kN}$ (Druck)
 Profil: HEB 260 / Stahlquers: S 235
 $b = 260.0 \text{ mm}$ / $h = 260.0 \text{ mm}$
 $t_f = 17.5 \text{ mm}$ / $t_w = 10.0 \text{ mm}$
 $A = 118.0 \text{ cm}^2$ / $I = 24.0 \text{ mm}^4$
 $W_{pl} = 1283.0 \text{ cm}^3$ / $I = 14919.0 \text{ cm}^4$
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$\epsilon = 1.000$
 $C / I = 17.7 \text{ (St.)} / 5.8 \text{ (Fl.)}$
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $t_f = 235.0 \text{ N/mm}^2$
 $M_{pl,Rd} = 301.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $V_{pl,Rd} = 504.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.002$)
 $N_{pl,Rd} = 2773.0 \text{ kN}$ ($\mu = 0.000$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Rd}
 $M_{pl,Rd} = 301.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.623$
 Knickelänge = 8.070 m
 $N_{cr} = 4748.0 \text{ kN}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04$
 -> Kein Knickeachweis
 $\mu = 0.623$
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 max e_{h1} = 33.1 kN/m²
 $\sigma_{c,d} = 2.00 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfachungsdicke = 7.0 cm



Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugrubenerdbebau

Projekt Nr.: 224 041
 Anlage Nr.: 3.2.2

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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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
 Ersatzerdruk-Beiwert $k_{ah} [-] = 0.200$
 bestimmt nach: DIN 4085
 (Erddruckbeiwerte für horizontales Gelände)

Schicht	UK	k_{agh}	k_{ach}	φ_k	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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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}	φ_k	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 [m]	bis [m]	oben [kN/m ²]	unten [kN/m ²]
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·m²/m

Tiefe [m]	w [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·m²/m

Tiefe [m]	w [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_{Ed} = 187.7 kN·m

V_{Ed} = 1.0 kN

N_{Ed} = 0.7 kN (Druck)

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 cm² / r = 24.0 mm

W_{pl} = 1283.0 cm³ / I = 14919.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 301.5 kN·m

V_{pl,Rd} = 504.0 kN (μ = 0.002)

N_{pl,Rd} = 2773.0 kN (μ = 0.000)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 301.5 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.623

Knicklänge = 8.070 m

N_{cr} = 4748.0 kN

N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.623

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 33.1 kN/m²

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm²

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	$q_{s,k} [\text{kN/m}^2]$	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 = $0.942 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 116.23 m = $1.885 \text{ m}^2/\text{m} \implies R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 0.03 m ==> $R_{s2,d}$
Mantelfläche (TF + dt1) von 116.90 bis 116.23 m = 0.942 m²/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 $\varphi_k = 30.22 \text{ [°]}$

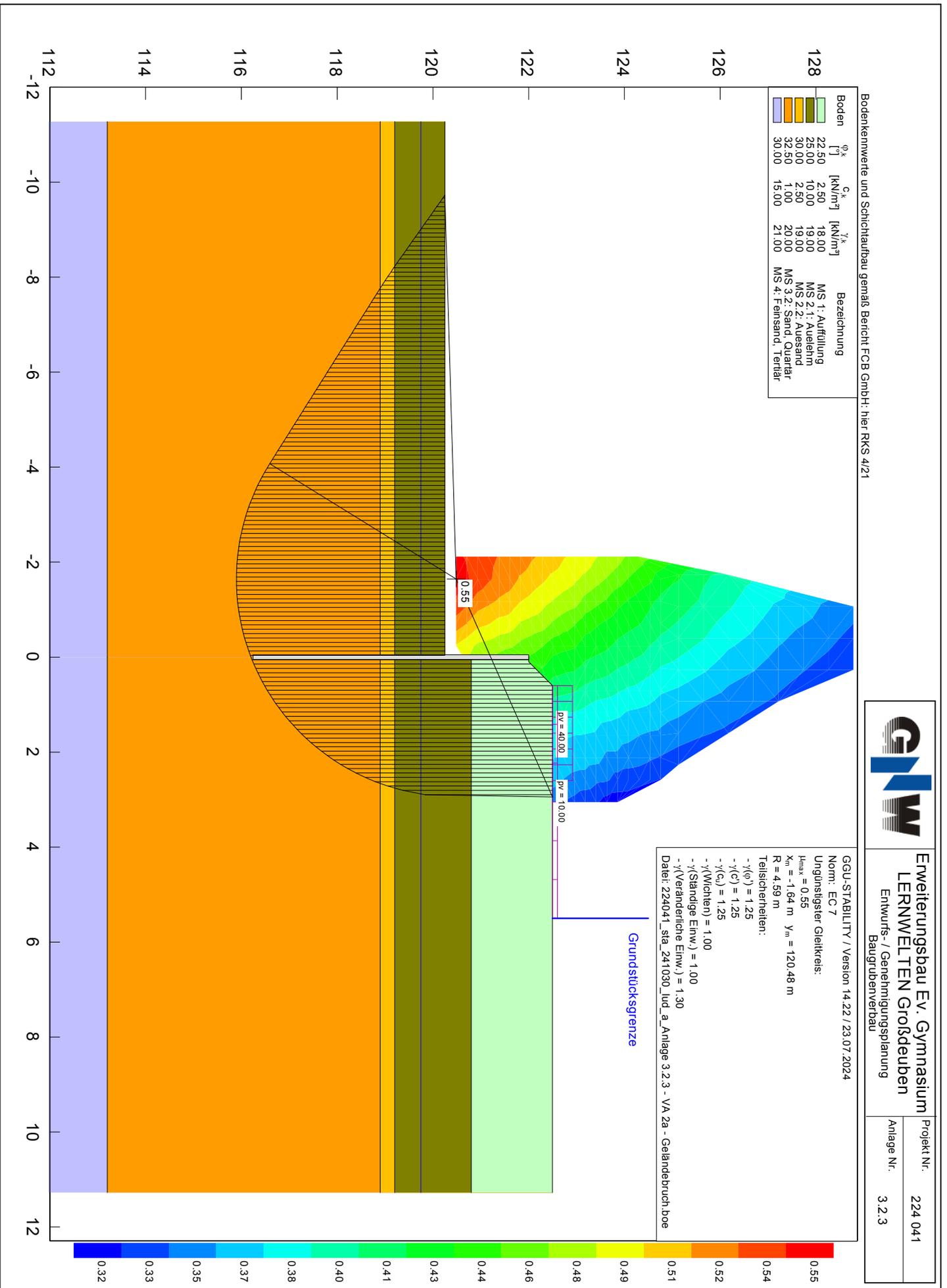
Kohäsion $c_k = 10.50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

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

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

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

$\mu_e = [209.99 \cdot 1.20] / [(3357.33 + 22.42 + 34.07) / 1.300] = 0.096$



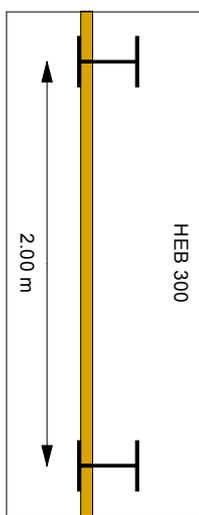
Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugrubenverbaub

Projekt Nr. 224 041
 Anlage Nr. 3.2.3

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ'_{ϕ} passiv	δ'_{ϕ} aktiv	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,2}$ [kN/m ²]	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

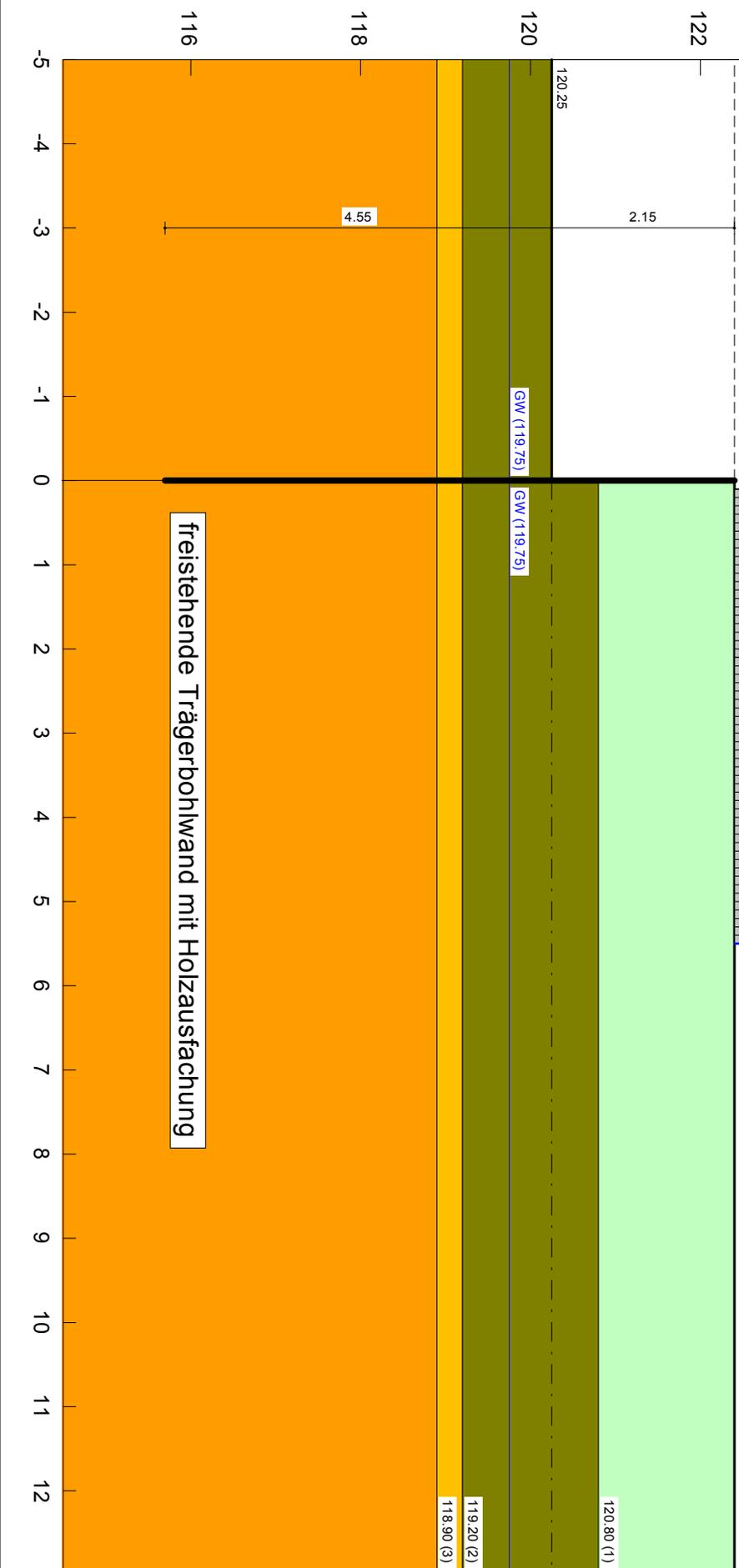


Grundstücksgrenze

HEB 300

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

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



freistehende Trägerbohlwand mit Holzaustrichtung



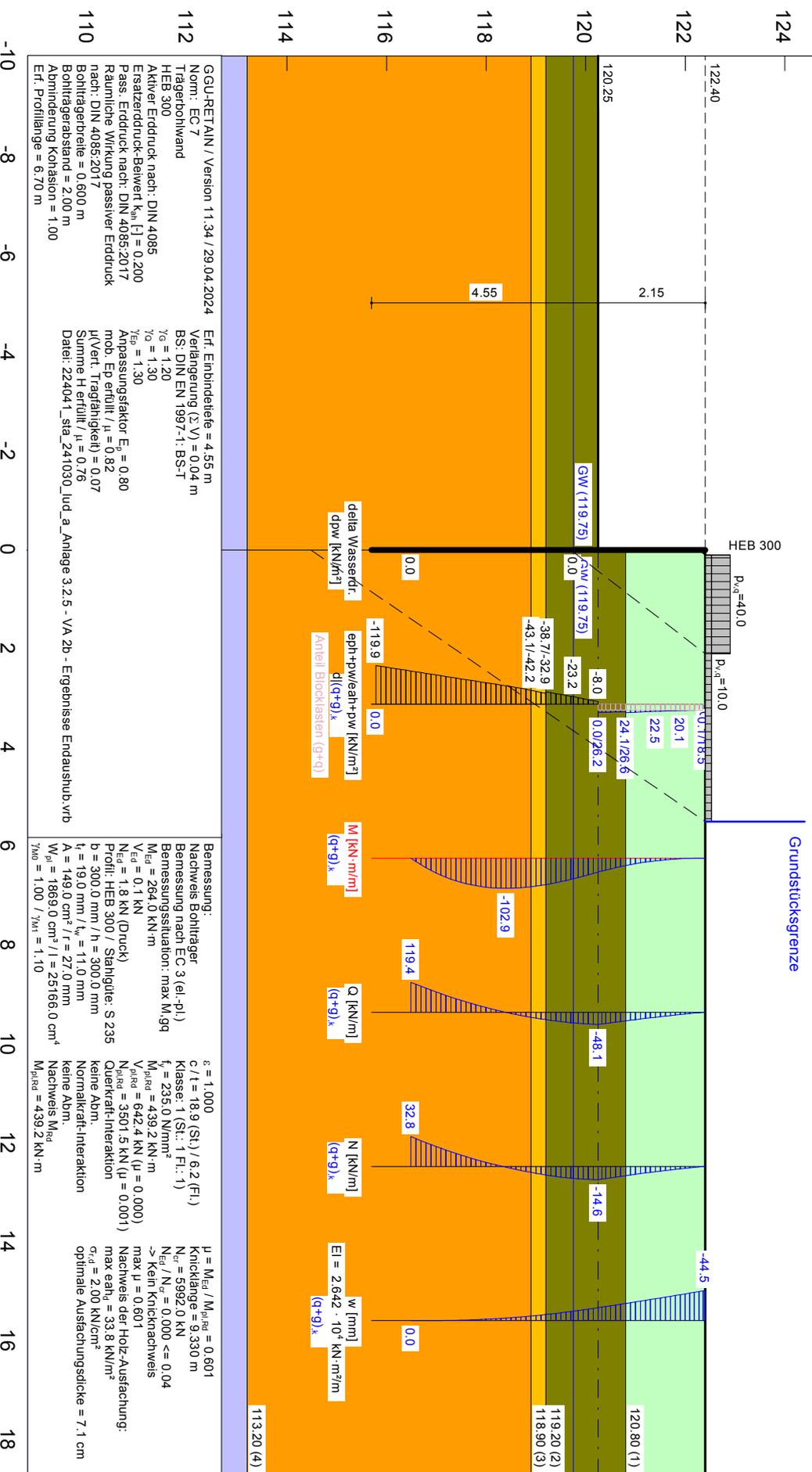
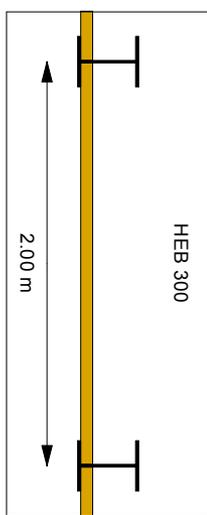
Erweiterungsbauprojekt
LERNWELTEN Großdeuben
Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenverbaubau

Projekt Nr.: 224 041
Anlage Nr.: 3.2.4

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

Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0} [MN/m ²]	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,z}$ [kN/m ²]	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



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. Profillänge = 6.70 m

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 / $\mu = 0.82$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.07
Datei: 22404_1_sta_241030_Jud_a_Anlage 3.2.5 - VA 2b - Ergebnisse Endaushub.vrb

Bemessung:
Nachweis Bohrträger
Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
Bemessungssituation: max M_{1,9d}
 $V_{Ed} = 0.1$ kN
N_{Ed} = 1.8 kN (Druck)
Profil: HEB 300 / Stahlbeton: S 235
b = 300.0 mm / h = 300.0 mm
 $t_f = 19.0$ mm / $t_w = 11.0$ mm
A = 149.0 cm² / I = 25166.0 cm⁴
 $W_{pl} = 1869.0$ cm³ / I = 25166.0 cm⁴
 $W_{pl0} = 1.00$ / $W_{pl1} = 1.10$

$\epsilon = 1.000$
C / I = 18.9 (St) / 6.2 (Fl.)
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_y = 235.0$ N/mm²
 $M_{pl,Ed} = 439.2$ kN·m
 $V_{pl,Ed} = 642.4$ kN ($\mu = 0.000$)
N_{pl,Ed} = 3501.5 kN ($\mu = 0.001$)
Querkraft-Interaktion
keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Ed}
M_{pl,Ed} = 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 <= 0.04
-> Kein Knicknachweis
max $\mu = 0.601$
Nachweis der Holz-Ausfachung:
max e_{h1} = 33.8 kN/m²
 $\sigma_{d1} = 2.00$ kN/cm²
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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_h (Blum)

C_{h,k} = 119.43 kN/m
 C_{h,g,k} = 21.55 kN/m
 C_{h,q,k} = 97.88 kN/m
 C_{h,w,k} = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ _k	γ' _k	φ _k	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q _{b,k}	q _{s,k2}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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 _{agh}	k _{ach}	φ _k	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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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 _{pgh}	k _{pch}	φ _k	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 ²]	[kN/m ²]
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]												
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·m²/m

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_{Ed} = 264.0 kN·m

V_{Ed} = 0.1 kN

N_{Ed} = 1.8 kN (Druck)

Profil: HEB 300 / Stahlgüte: S 235

b = 300.0 mm / h = 300.0 mm

t_f = 19.0 mm / t_w = 11.0 mm

A = 149.0 cm² / r = 27.0 mm

W_{pl} = 1869.0 cm³ / I = 25166.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 439.2 kN·m

V_{pl,Rd} = 642.4 kN (μ = 0.000)

N_{pl,Rd} = 3501.5 kN (μ = 0.001)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 439.2 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.601

Knicklänge = 9.330 m

N_{cr} = 5992.0 kN

N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 ≤ 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.601

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 33.8 kN/m²

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

max M_d = 132.0 kN·m/m (Tiefe = 118.40 m)

Zugehörige Werte: N_d = -0.9 kN/m; Q_d = -0.1 kN/m; w_k = 3.7 mm

max Q_d = 153.1 kN·m/m (Tiefe = 116.49 m)

Zugehörige Werte: N_d = 42.4 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 0.0 mm

max N_d = 42.4 kN/m (Tiefe = 116.49 m)

Zugehörige Werte: Q_d = 153.1 kN/m; M_d = 0.0 kN·m/m; w_k = 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/m²

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

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	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 m²/m ==> $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 115.74 m = 1.885 m²/m ==> $R_{s2,d}$

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

Mantelfläche (TF + dt1) von 116.49 bis 115.74 m = 0.942 m²/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

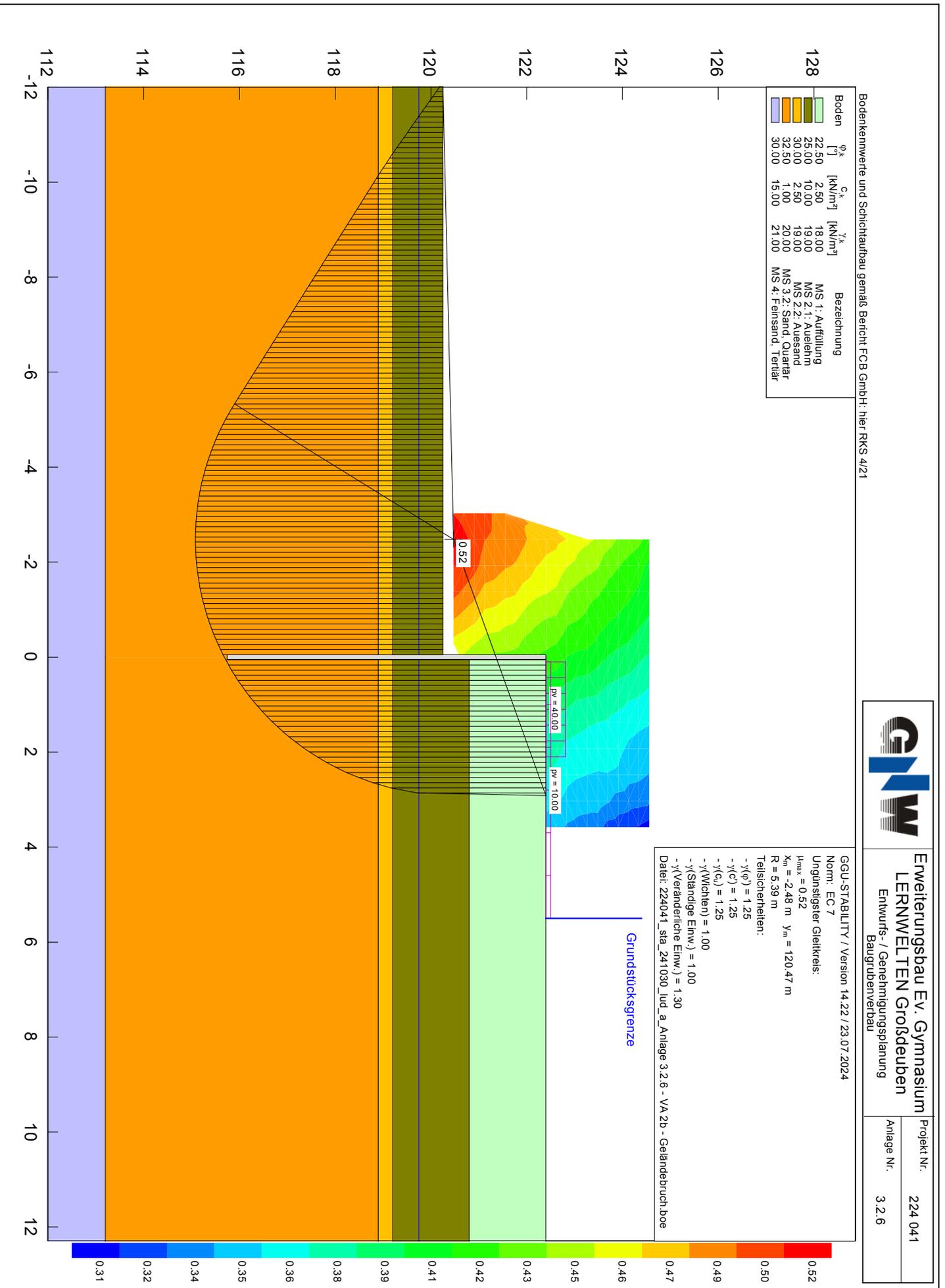
Einwirkungen

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

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

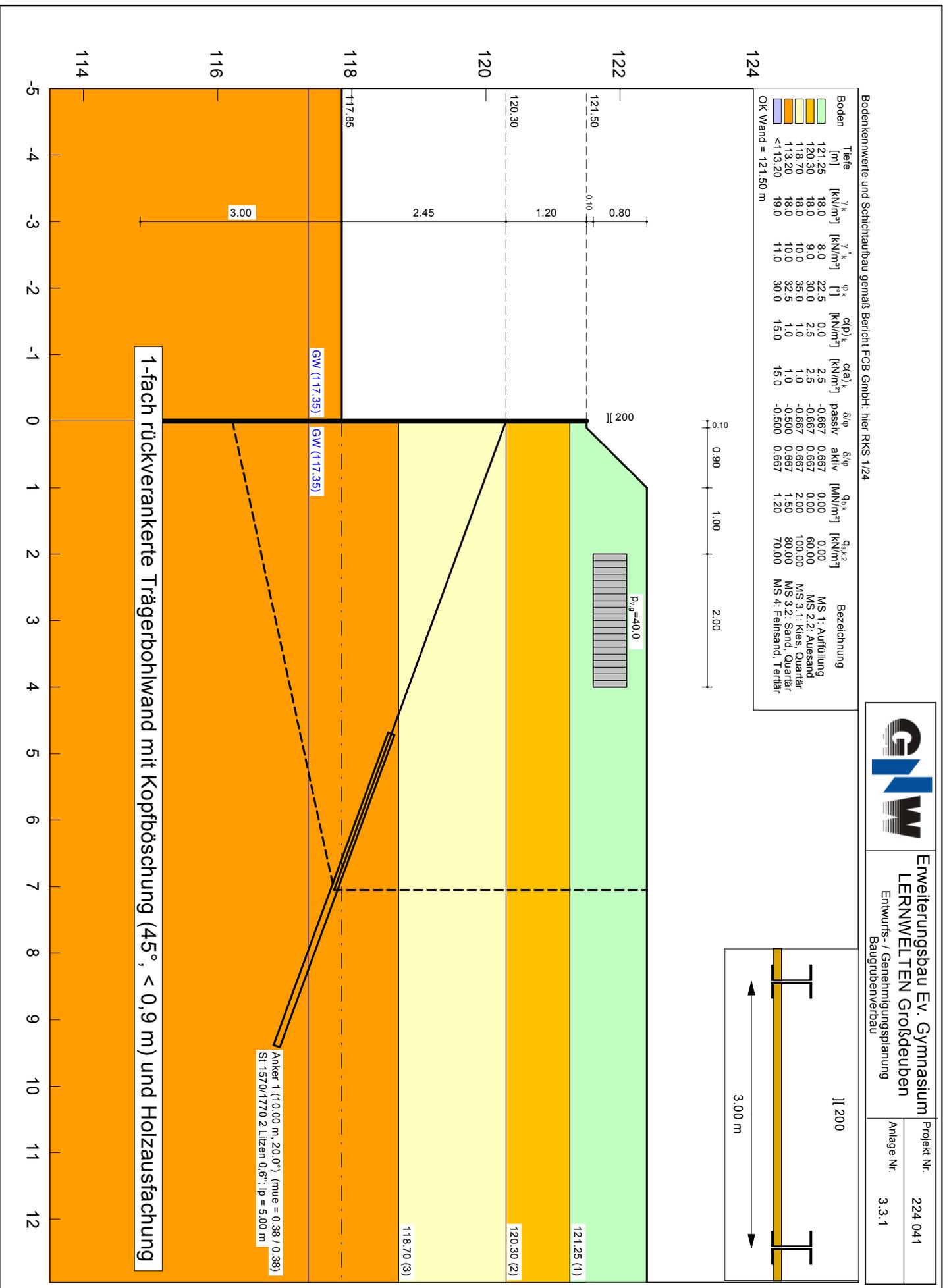
Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

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/m²]
 $N_d = 19.296 / N_b = 10.742 / N_c = 31.163$
 $\sigma_{\bar{u}} = 90.845$ [kN/m²]
 $\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.114$
 $\mu_e = [83.92 \cdot 1.20] / [(1074.05 + 23.91 + 45.66) / 1.300] = 0.114$



Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium LERNWELTEN Großdeuben
Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenverbaub

Projekt Nr. 224 041
Anlage Nr. 3.2.6



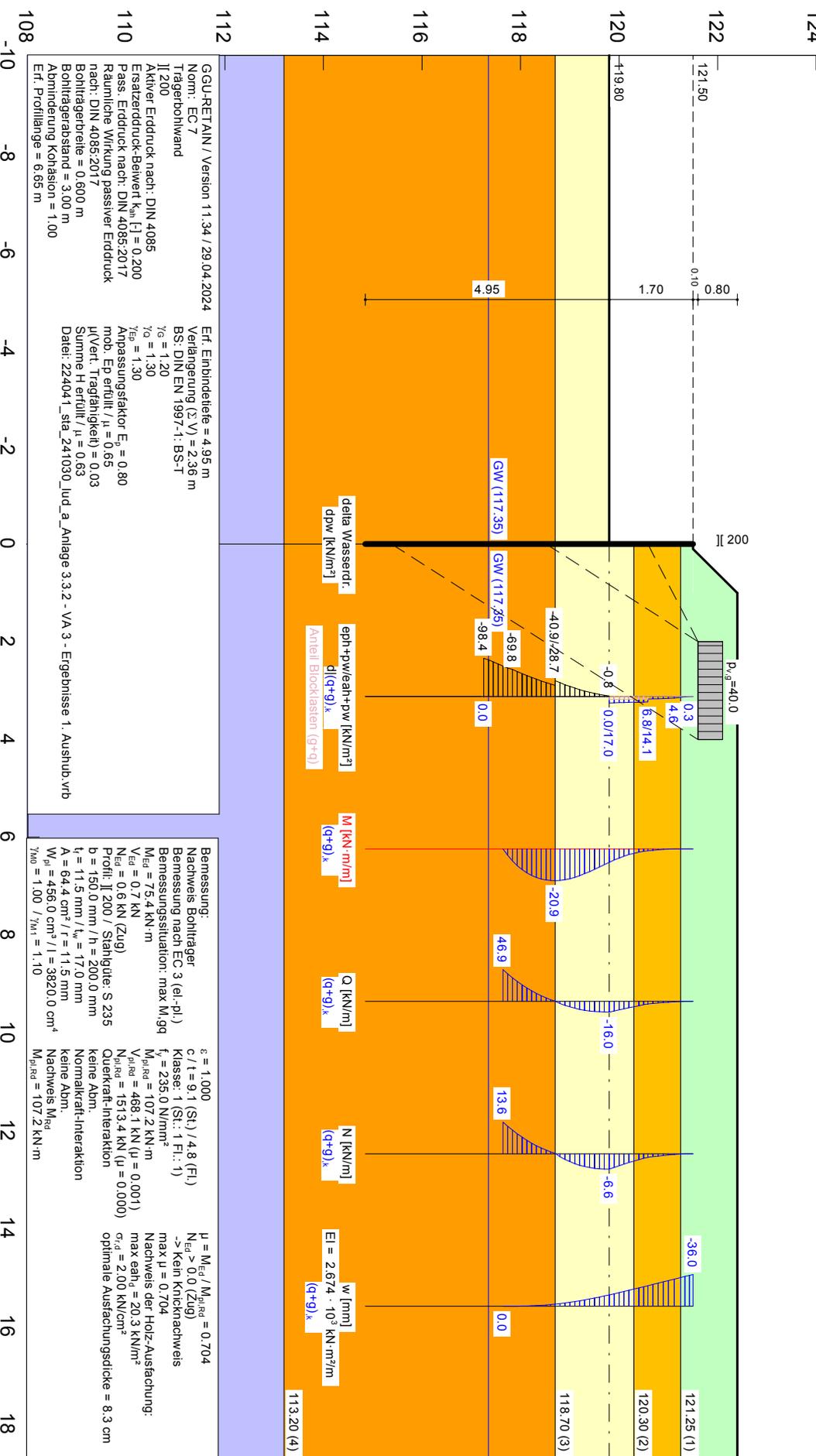
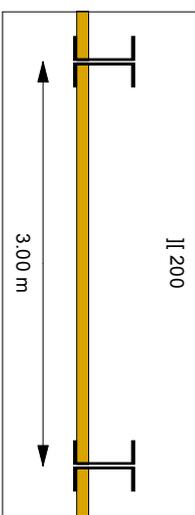
Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenerweiterung

Projekt Nr.: 224 041
Anlage Nr.: 3.3.1

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ_k' [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0} [MN/m ²]	$q_{a,k}$ [kN/m ²]	$q_{k,2}$ [kN/m ²]	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	30,0	2,5	2,5	-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	1,30	80,00	90,00	MS 3.1: Kies, Quaritär
	113,20	18,0	10,0	32,5	1,0	1,0	-0,300	0,667	1,30	70,00	70,00	MS 3.2: Sand, Quaritär
	<113,20	19,0	11,0	30,0	15,0	15,0	-0,300	0,667	1,20			MS 4: Feinsand, Tertitär

OK Wand = 121,50 m



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Norm: EC 7
Trägerbohrwand
II 200
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Ersatzerddruck-Bewert $K_{a0} [\] = 0,200$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2017
Räumliche Wirkung passiver Erddruck 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
 $\gamma_g = 1,20$
 $\gamma_{Ed} = 1,30$
Anpassungsfaktor $E_s = 0,80$
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0,65$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0,03
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_{1,gd}
M_{Ed} = 75,4 kN·m
V_{Ed} = 0,7 kN
N_{Ed} = 4,6 kN (Zug)
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 cm² / I_y = 11,5 mm⁴
W_{pl,y} = 456,0 cm³ / I_y = 3820,0 cm⁴
 $\gamma_{M0} = 1,00$ / $\gamma_{M1} = 1,10$

c = 1,000
c / t = 9,1 (St.) / 4,8 (Fl.)
Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
f_y = 235,0 N/mm²
M_{pl,y,Ed} = 107,2 kN·m
V_{pl,y,Ed} = 468,1 kN ($\mu = 0,001$)
N_{pl,y,Ed} = 1513,4 kN ($\mu = 0,000$)
Querkraft-Interaktion
keine Abm.
Normalkraft-Interaktion
keine Abm.
Nachweis M_{Ed}
Nachweis M_{Ed}
M_{pl,y,Ed} = 107,2 kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,y,Ed} = 0,704$
N_{Ed} > 0,0 (Zug)
-> Kein Knicknachweis
max $\mu = 0,704$
Nachweis der Holz-Ausfachung:
max e_{h1} = 20,3 kN/m²
 $\sigma_{t,d} = 2,00$ kN/cm²
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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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_h (Blum)

C_{h,k} = 46.94 kN/m
 C_{h,g,k} = 46.94 kN/m
 C_{h,q,k} = 0.00 kN/m
 C_{h,w,k} = 0.00 kN/m

Bodenkennwerte

Schicht	UK	γ _k	γ' _k	φ _k	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/φ	d(a)/φ	q _{b,k}	q _{s,k2}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ _k	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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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 _{pgh}	k _{pch}	φ _k	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 ²]	unten [kN/m ²]
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·m²/m

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·m²/m

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_{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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 _{s,k} [kN/m ²]	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

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

$$\text{Teilsicherheit (Grundbruch) } \gamma(R_v) = 1.300$$

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

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

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

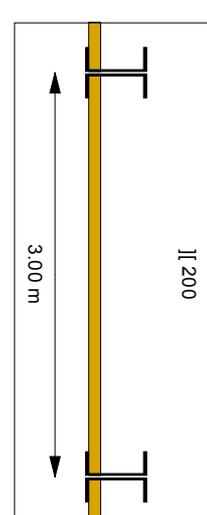
$$\text{(Verkehr erhöht mit Faktor} = 1.083)$$

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

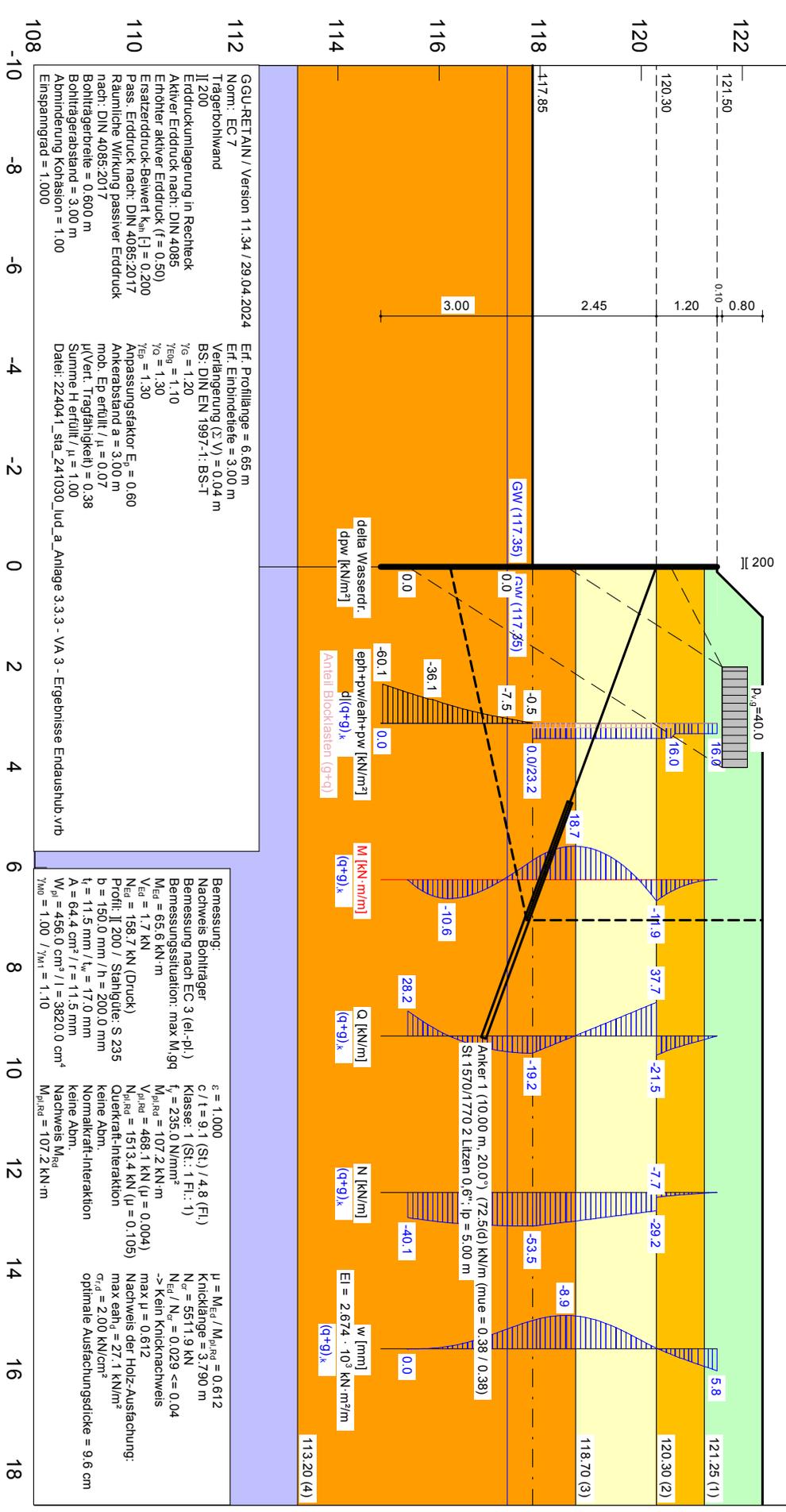
Kohäsionskraft $K_k = 6.09$ [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k} = 651.00$ [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\varphi_k = 31.05$ [°]
Kohäsion $c_k = 9.92$ [kN/m²]
 $N_d = 20.740$ / $N_b = 11.883$ / $N_c = 32.794$
 $\sigma_{\bar{u}} = 64.841$ [kN/m²]
 $\text{mue} = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.066$
 $\text{mue} = [29.33 \cdot 1.20] / [(651.00 + 6.09 + 32.69) / 1.300] = 0.066$

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0}	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,z}$ [kN/m ²]	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 2.2: Auesand
	118.70	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	80.00	80.00	MS 3.1: Kies, Quarz
	113.20	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	-0.300	0.667	1.30	70.00	70.00	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, Tonfäll



Ad = 241,2 kN



GGU-RETAI.N / Version 11.34 / 29.04.2024
 Norm: EC 7
 Trägerbohrwand
 II 200
 Erdruhmlegung in Rechteck
 Aktiver Erdruhm nach: DIN 4085
 Einruhmter aktiver Erdruhm ($\tau = 0.50$)
 Ersatzerdruhm-Bewert K_{a0} [$\tau = 0.200$]
 Pass. Erdruhm nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erdruhm nach: DIN 4085:2017
 Bohrtägerbreite = 0.600 m
 Bohrtägerabstand = 3.00 m
 Abänderung Kohäsion = 1.00
 Einspannruhm = 1.000

Eff. Profillänge = 6.65 m
 Eff. Einbuindelänge = 3.00 m
 Verlängerung (3 V) = 0.04 m
 BS: DIN EN 197-1; BS-T
 $\gamma_g = 1.20$
 $\gamma_{reg} = 1.10$
 $\gamma_{ed} = 1.30$
 Anpassungsfaktor $E_s = 0.60$
 Ankerabstand $a = 3.00$ m
 mod. Ep erfüllt / $\mu = 0.07$
 μ (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 / Stahlguße: S 235
 $b = 150.0$ mm / $h = 200.0$ mm
 $t_f = 11.5$ mm / $t_w = 17.0$ mm
 $A = 64.4$ cm² / $I_y = 11.5$ mm⁴
 $W_{pl,y} = 456.0$ cm³ / $I_y = 3820.0$ cm⁴
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$
 $c = 1.000$
 $c / t_f = 9.1$ (St.) / 4.8 (Fl)
 Klasse: 1 (St.); 1 Fl.: 1)
 $f_y = 235.0$ N/mm²
 $M_{pl,y,Rd} = 107.2$ kN·m
 $V_{pl,Rd} = 468.1$ kN ($\mu = 0.004$)
 $N_{pl,Rd} = 1513.4$ kN ($\mu = 0.105$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 $\mu = M_{ed} / M_{pl,y,Rd} = 0.612$
 Knicklänge = 3.790 m
 $N_{cr} = 5511.9$ kN
 $N_{ed} / N_{cr} = 0.029 <= 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.612$
 $N_{pl,Rd} = 1513.4$ kN ($\mu = 0.105$)
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 max eap₀ = 27.1 kN/m²
 $\sigma_{t,d} = 2.00$ kN/cm²
 optimale Ausfachungsdicke = 9.6 cm

Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugruberverbau

Projekt Nr.: 224 041
 Anlage Nr.: 3.3.3

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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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 ² /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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_k	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_k	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]
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·m²/m

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·m²/m

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_{Ed} = 65.6 kN·m

V_{Ed} = 1.7 kN

N_{Ed} = 158.7 kN (Druck)

Profil:]I 200 / Stahlgüte: S 235

b = 150.0 mm / h = 200.0 mm

t_f = 11.5 mm / t_w = 17.0 mm

$A = 64.4 \text{ cm}^2 / r = 11.5 \text{ mm}$
 $W_{pl} = 456.0 \text{ cm}^3 / I = 3820.0 \text{ cm}^4$
 $\gamma_{M0} = 1.00 / \gamma_{M1} = 1.10$
 $\varepsilon = 1.000$
 $c / t = 9.1 \text{ (St.)} / 4.8 \text{ (Fl.)}$
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 $D = 0.600 \text{ m}$

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

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

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 m²/m ==> $R_{s1,d}$
 Mantelfläche ab 114.89 m = 1.885 m²/m ==> $R_{s2,d}$
 Profilverlängerung = 0.04 m ==> $R_{s2,d}$
 Mantelfläche (TF + dt1) von 115.38 bis 114.89 m = 0.942 m²/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	θ	φ
[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	θ	φ
[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 $\varphi_k = 30.91$ [°]

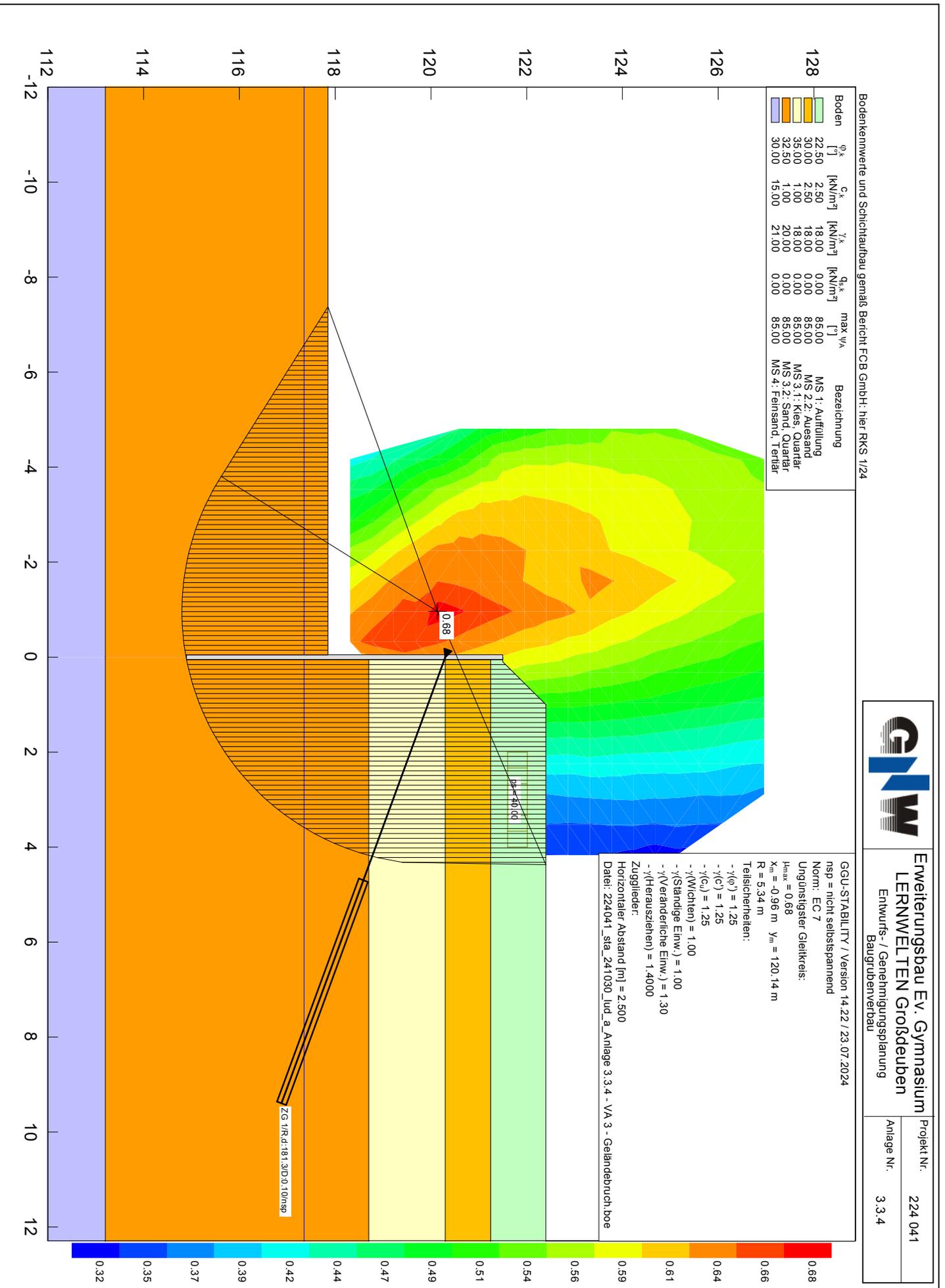
Kohäsion $c_k = 10.48$ [kN/m²]

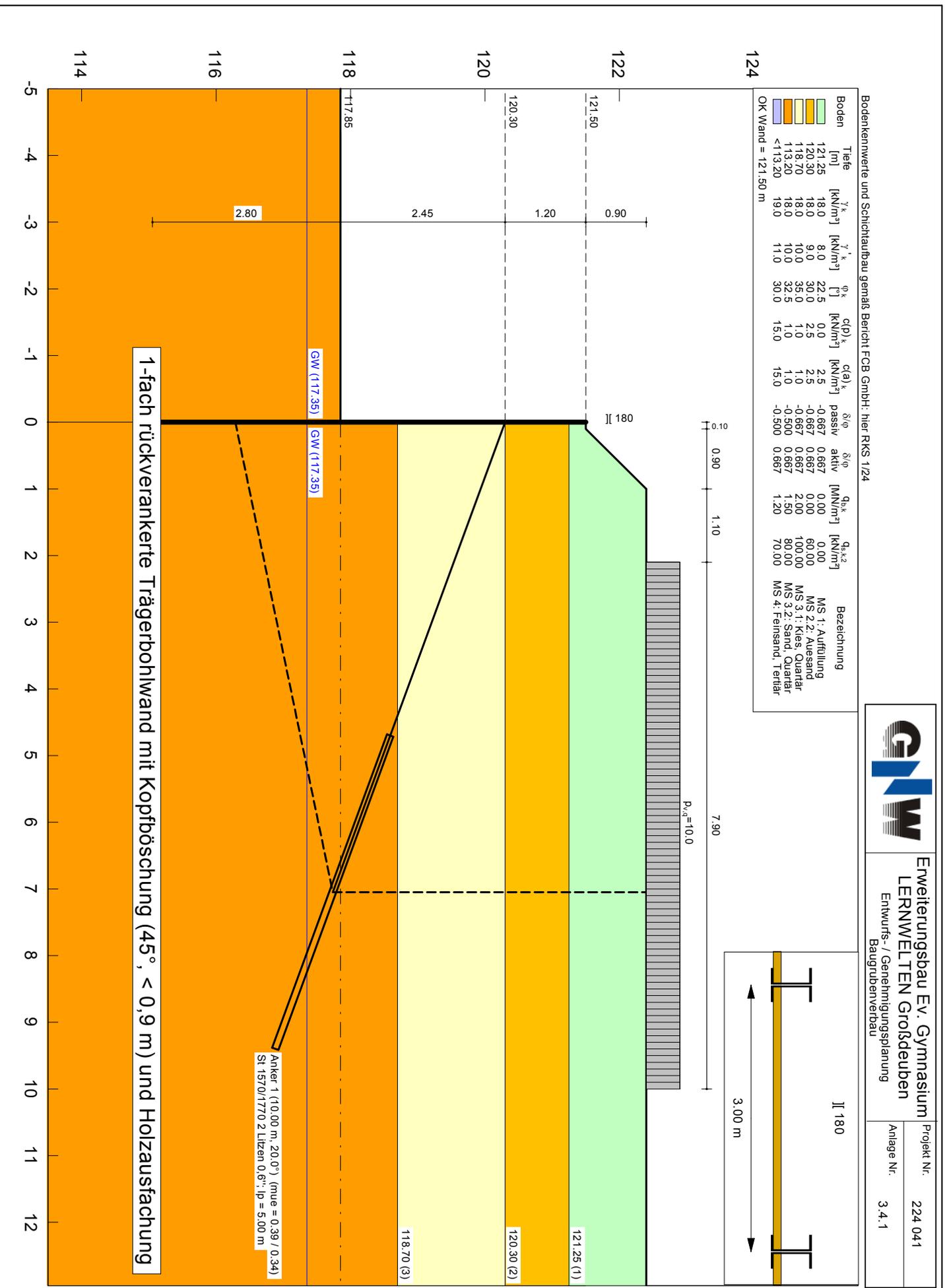
$N_d = 20.419 / N_b = 11.626 / N_c = 32.433$

$\sigma_{\bar{u}} = 87.981$ [kN/m²]

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

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

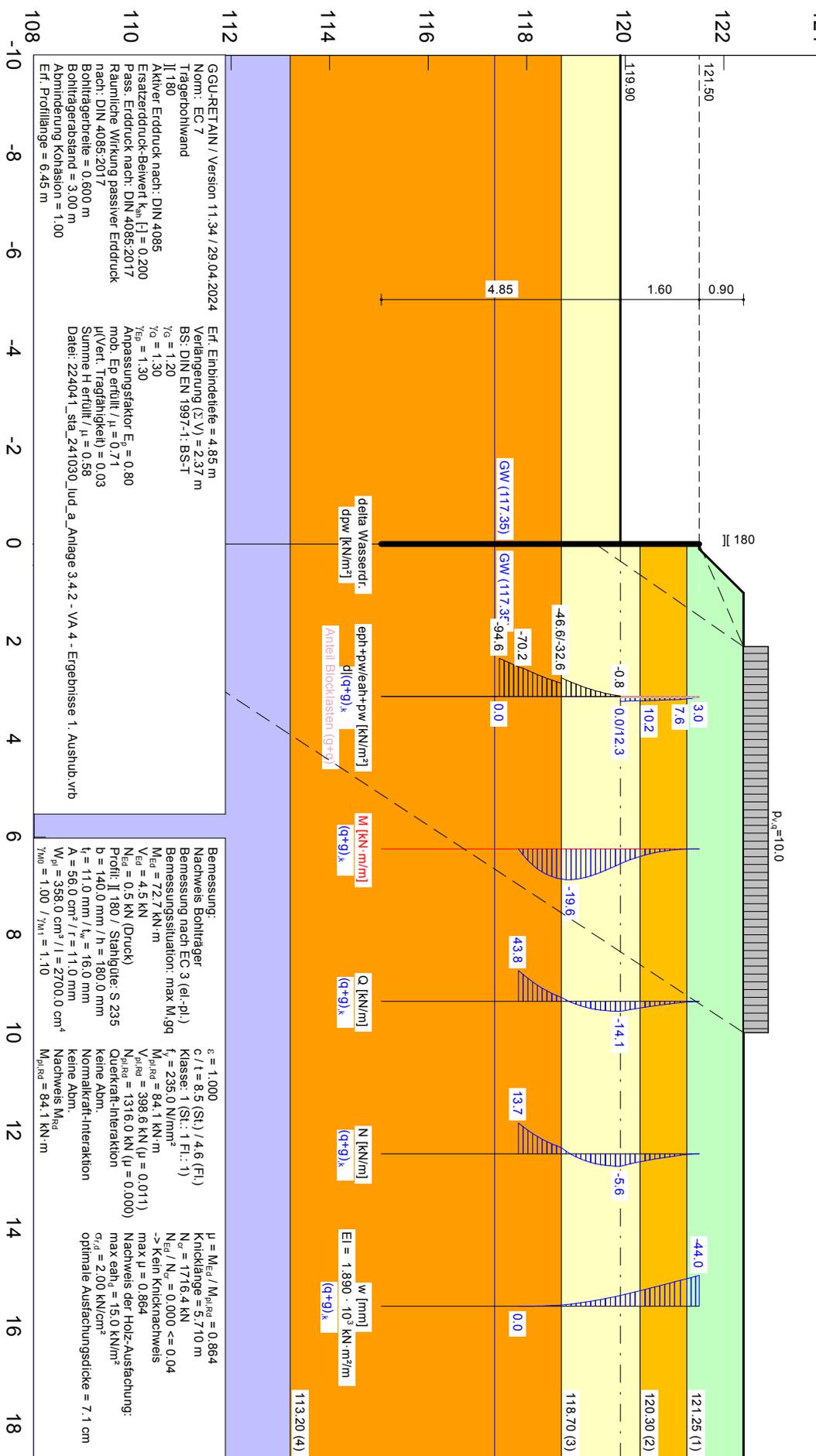
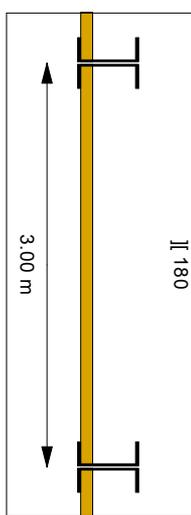




Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier RKS 1/24

Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	γ'_{k2} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ'_{i0} passiv	δ'_{i0} aktiv	δ'_{i0}	$q_{a,k}$ [kN/m ²]	$q_{k,2}$ [kN/m ²]	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	35.0	2.5	1.0	-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-Quaritar
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, Quaritar
<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, Tertilar

OK Wand = 121.50 m



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024
 Norm: EC 7
 Tragereibohrwand
 II 180
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Bewert $K_{a0} [\] = 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 $E_{s,235} = 0.80$
 mob. Ep erfüllt: $\mu = 0.71$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.03
 Summe H erfüllt: $\mu = 0.58$
 Datei: 22404_1_sta_241030_Jud_a_Anlage 3.4.2 - VA 4 - Ergebnisse 1. Aushub.vrb

Nachweis: Bohrtager
 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 / $l_w = 16.0$ mm
 $A = 56.0$ cm² / $I = 11.0$ mm⁴
 $W_{pl} = 358.0$ cm³ / $I = 2700.0$ cm⁴
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$\xi = 1.000$
 $c / t = 8.5$ (St.) / 4.6 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $N_{cr} = 235.0$ N/mm²
 $M_{pl,Red} = 84.1$ 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 eabh₀ = 15.0 kN/m²
 $\sigma_{c,d} = 2.00$ kN/cm²
 optimale Ausfachungsdicke = 7.1 cm

Erweiterungsbauprojekt Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugrubenerdbebau

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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	c(pas),k	c(akt),k	d(p)/ φ	d(a)/ φ	qb,k	qs,k ²
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_k	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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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}	φ_k	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 ²]	unten [kN/m ²]
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

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

Bedingung: $G_k - G'_k + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) \geq B_{v,k}$
 $G_k = 0.60 \text{ kN/m}$
 $G'_k = 0.00 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 4.83 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 12.91 \text{ kN/m}$)
 $C_{h,k} = 8.75 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -5.05 \text{ kN/m}$
 $\delta_C [^\circ] = 10.8$
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 Bohrfahl mit $D = 0.600 \text{ m}$

$R_{Bv,d} = (B_{h,k} - 1/2 \cdot C_{h,k}) \cdot \tan(\delta_p) / \gamma_{Ep}$
 $R_{Bv,d} = (34.73 - 1/2 \cdot 26.26) \cdot \tan(16.3^\circ) / 1.30 = 4.84 \text{ kN}$
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot C_{h,k} \cdot \tan(\delta_C) / \gamma_{Ep}$
 $R_{Cv,d} = 1/2 \cdot 26.26 \cdot \tan(21.7^\circ) / 1.30 = 4.01 \text{ kN}$

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

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

Mantelreibung

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

Mantelfläche bis 117.42 m = 0.942 m²/m ==> $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 117.42 m = 1.885 m²/m ==> $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 2.37 m ==> $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 117.83 bis 117.42 m = 0.942 m²/m ==> $R_{s3,d}$

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

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

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

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

Einwirkungen

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

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

Horizontaler Wasserdruck herkömmlich bestimmt.

Nachweis Aufbruchssicherheit nach EB 99

Verkehrslasten vereinfacht nach EAB EB 104 berücksichtigt

Faktor Verkehrslasten $f_Q = 1.300 / 1.200 = 1.083$

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

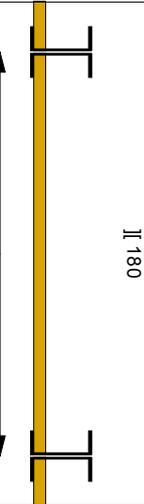
Berechnungsebene = 117.42 m

Breite = 0.67 m

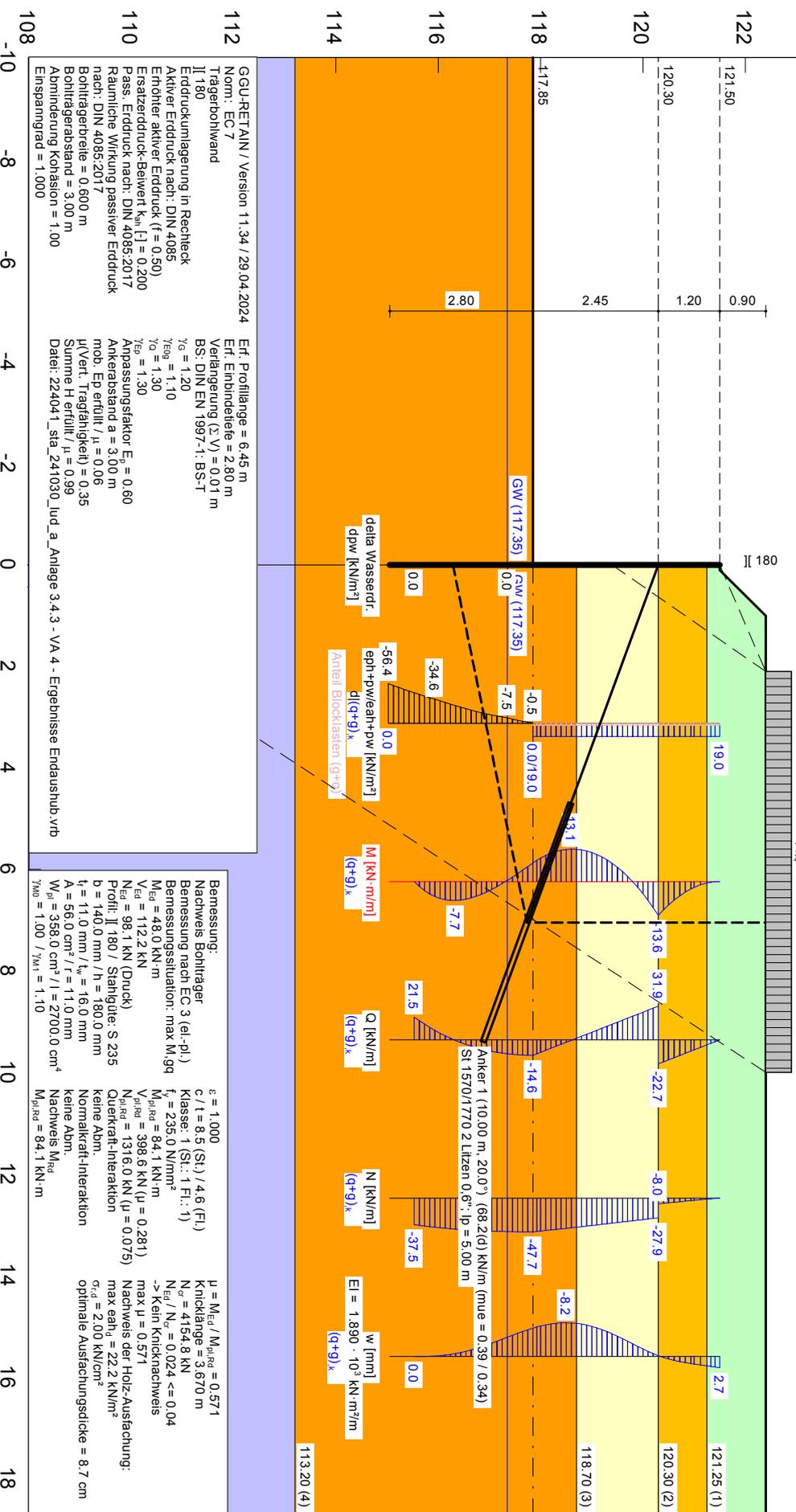
Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 52.15 [kN/m]
(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.083)
 $E_{av,k} (\delta = 2/3 \cdot \varphi) = 24.55$ [kN/m]
Kohäsionskraft $K_k = 5.88$ [kN/m]
Grundbruchlast $R_{n,k} = 1101.47$ [kN/m]
Grundbruch mit:
Reibungswinkel $\varphi_k = 31.06$ [°]
Kohäsion $c_k = 10.03$ [kN/m²]
 $N_a = 20.776$ / $N_b = 11.912$ / $N_c = 32.834$
 $\sigma_{\bar{u}} = 55.466$ [kN/m²]
 $mue = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.072$
 $mue = [52.15 \cdot 1.20] / [(1101.47 + 5.88 + 24.55) / 1.300] = 0.072$

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_{k1} [kN/m ³]	γ'_{k2} [kN/m ³]	ϕ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ_{i0}	Bezeichnung											
	121.25	18.0	8.0	22.5	0.0	0.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MS 1: Auffüllung
	120.30	18.0	9.0	35.0	2.5	1.0	2.5	-0.667	0.667	0.00	0.00	60.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	MS 2: Auesand
	118.70	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	2.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	MS 3.1: Kies-Quaritär
	113.20	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	1.0	-0.300	0.667	1.30	1.30	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	MS 3.2: Sand, Quaritär
	<113.20	19.0	11.0	30.0	30.0	15.0	15.0	-0.500	0.667	1.20	1.20	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tertitär



Ad = 228,4 KN



GGU-RETAI.N / Version 11.34 / 29.04.2024
 Norm: EC 7
 Trägerbohwand
 II 180
 Erdruckumlagerung in Rechteck
 Aktiver Erdruck nach: DIN 4085
 Erhöhter aktiver Erdruck ($\tau = 0.50$)
 Ersatzerdruk-Beiwert $K_{a0} [] = 0.200$
 Pass. Erdruk nach: DIN 4085:2017
 Räumliche Wirkung passiver Erdruk nach: DIN 4085:2017
 Bohrtägerbreite = 0.600 m
 Bohrtägerabstand = 3.00 m
 Amänderung Kohäsion = 1.00
 Einspanngrad = 1.000

Eff. Profillänge = 6.45 m
 Eff. Einbindetiefe = 2.80 m
 Verlängerung (α V) = 0.01 m
 BS: DIN EN 1997-1: BS-T
 $\gamma_G = 1.20$
 $\gamma_{F0} = 1.10$
 $\gamma_{F1} = 1.30$
 Ankerabstand a = 3.00 m
 mod. Ep erfüllt / $\mu = 0.06$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.35
 Summe H erfüllt / $\mu = 0.99$
 Datei: 22404_1_sta_241030_lud_a_Anlage 3.4.3 - VA 4 - Ergebnisse Ertaudausub.vrb

Nachweis: Bohrtäger
 Bemessung nach EC 3 (el.-pl.)
 Bemessungssituation: max M_{pl,ed}
 M_{pl,ed} = 48.0 kN·m
 V_{pl,ed} = 112.2 kN
 N_{pl,ed} = 98.1 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 cm² / I_y = 11.0 mm⁴
 W_{pl,y} = 358.0 cm³ / I_y = 2700.0 cm⁴
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

c / t = 8.5 (St.) / 4.6 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_y = 235.0$ N/mm²
 $M_{pl,y,ed} = 84.1$ kN·m
 $M_{pl,y,ed} = 398.6$ kN (u = 0.281)
 $N_{pl,y,ed} = 1316.0$ kN (u = 0.075)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{pl,ed}
 $M_{pl,y,ed} = 84.1$ kN·m

$\mu = M_{pl,y,ed} / M_{pl,y,ed} = 0.571$
 Knicklänge = 3.670 m
 $N_{cr} = 4194.8$ kN
 $N_{pl,y,ed} / N_{cr} = 0.024 < 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 max $\mu = 0.571$
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 max e_{th} = 22.2 kN/m²
 $\sigma_{d,1} = 2.00$ kN/cm²
 optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm



Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium
 LERNWELTEN Großdeuben
 Entwurfs- / Genehmigungsplanung
 Baugruberverbau

Projekt Nr.: 224 041
 Anlage Nr.: 3.4.3

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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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 ² /m]	[kN/m]	Anker
1	120.30	20.00	7.50	68.20	58.11	48.97	0.00	2.100E+7	-	76.14	

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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(pas),k$	$c(akt),k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_k	δ	θ
[-]	[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	Wasserdruck
[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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}	φ_k	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]
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·m²/m

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·m²/m

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_{Ed} = 48.0 kN·m

V_{Ed} = 112.2 kN

N_{Ed} = 98.1 kN (Druck)

Profil:][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 cm² / r = 11.0 mm

W_{pl} = 358.0 cm³ / I = 2700.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 84.1 kN·m

V_{pl,Rd} = 398.6 kN (μ = 0.281)

N_{pl,Rd} = 1316.0 kN (μ = 0.075)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

$M_{pl,Rd} = 84.1 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.571$
Knicklänge = 3.670 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

$\max M_d = 16.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 120.30 m)
Zugehörige Werte: $N_d = -32.7 \text{ kN/m}$; $Q_d = 37.4 \text{ kN/m}$; $w_k = 0.2 \text{ mm}$

$\max Q_d = 37.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ (Tiefe = 120.30 m)
Zugehörige Werte: $N_d = -32.7 \text{ kN/m}$; $M_d = -16.0 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 0.2 \text{ mm}$

$\max N_d = 56.0 \text{ kN/m}$ (Tiefe = 117.85 m)
Zugehörige Werte: $Q_d = -17.1 \text{ kN/m}$; $M_d = 8.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$; $w_k = 8.0 \text{ mm}$

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

Einbindetiefe $t_g = 2.80 \text{ m}$
Profillänge = 6.45 m
Verlängerung (Summe V) = 0.01 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)
 $E_{ah,d} + B_{h,d} \leq E_{ph,d}$ (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

Bedingung: $G_k - G'_{,k} + P_{v,k} + E_{av,k} + C_{h,k} \cdot \tan(\delta_c) \geq B_{v,k}$
 $G_k = 0.94 \text{ kN/m}$
 $G'_{,k} = 0.00 \text{ kN/m}$
 $P_{v,k} = 16.75 \text{ kN/m}$
 $E_{av,k} = 27.08 \text{ kN/m}$ ($E_{ah,k} = 66.82 \text{ kN/m}$)
 $C_{h,k} = 4.31 \text{ kN/m}$
 $B_{v,k} = -2.81 \text{ kN/m}$
 $\delta_c [^\circ] = 10.8$
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 ²]	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 _{h,d}	mögl A _{h,d}	μ _{e,gq}	A _{h,g,d}	mögl A _{h,g,d}	μ _{e,g}
[-]	[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 _k	E _{ah,k}	E _{av,k}	Q _x	Q _y	C _k	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 _k	E _{ah,k}	E _{av,k}	Q _x	Q _y	C _k	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

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

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

Berechnungsebene = 115.06 m

Breite = 0.97 m

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

(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/m²]

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

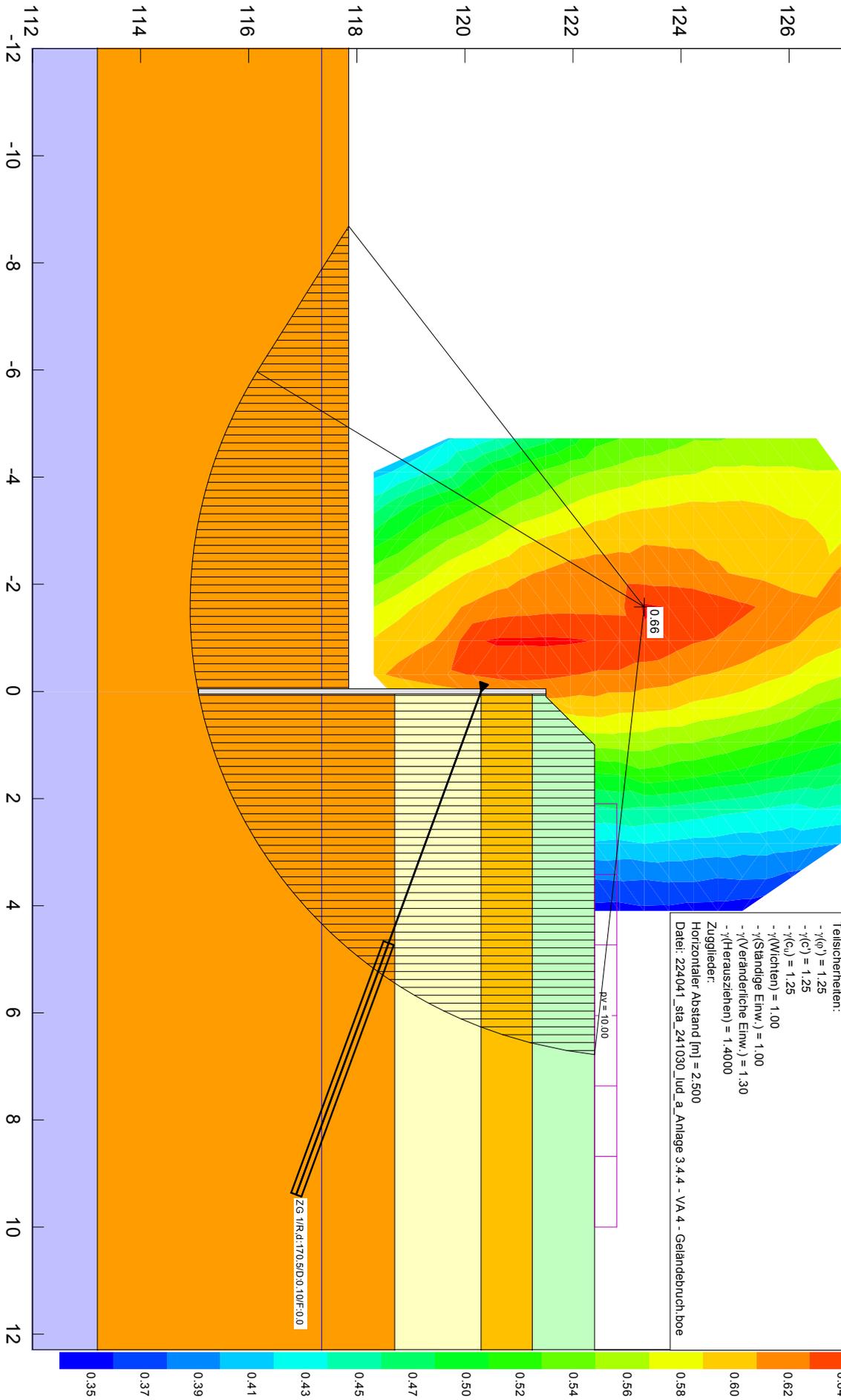
$\sigma_{\bar{u}} = 75.427$ [kN/m²]

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

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

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

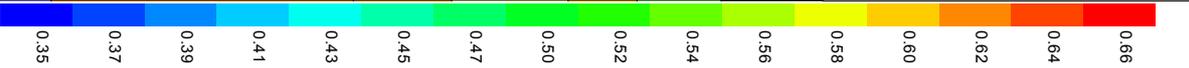
Boden	γ_k [kN/m ³]	c_k [kN/m ²]	ϕ_k [°]	max VA [°]	Bezeichnung
128	22.50	2.50	0.00	85.00	MS 1: Aurfüllung
	30.00	2.50	18.00	85.00	MS 2.2: Auesand
	35.00	1.00	18.00	85.00	MS 3.1: Kies, Quarter
	32.50	1.00	20.00	85.00	MS 3.2: Sand, Quarter
	30.00	15.00	21.00	85.00	MS 4: Feinsand, Tertiar

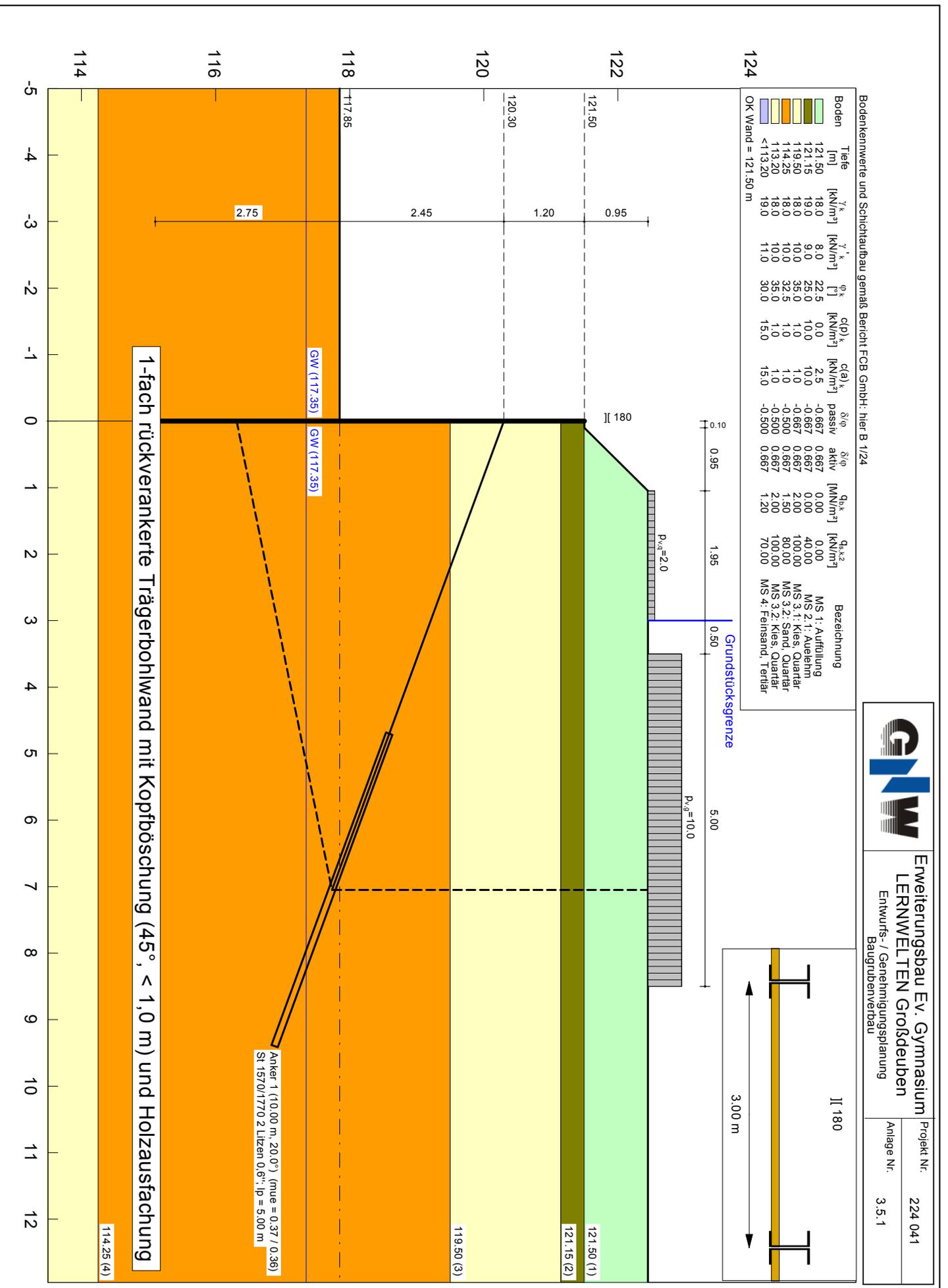


Erweiterungsbaub Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenverbaub

Projekt Nr. 224 041
Anlage Nr. 3.4.4

GGU-STABILITV / Version 14.22 / 23.07.2024
Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $l_{min} = 0.66$
 $x_m = -1.58$ m $y_m = 123.32$ m
 $R = 8.41$ m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\phi) = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\phi_{(r)}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
- $\gamma(\text{Herausziehen}) = 1.4000$
Zugglieder:
Horizontaler Abstand [m] = 2.500
Datei: 224041_sta_241030_lud_a_Anlage 3.4.4 - VA 4 - Geländebruch boe

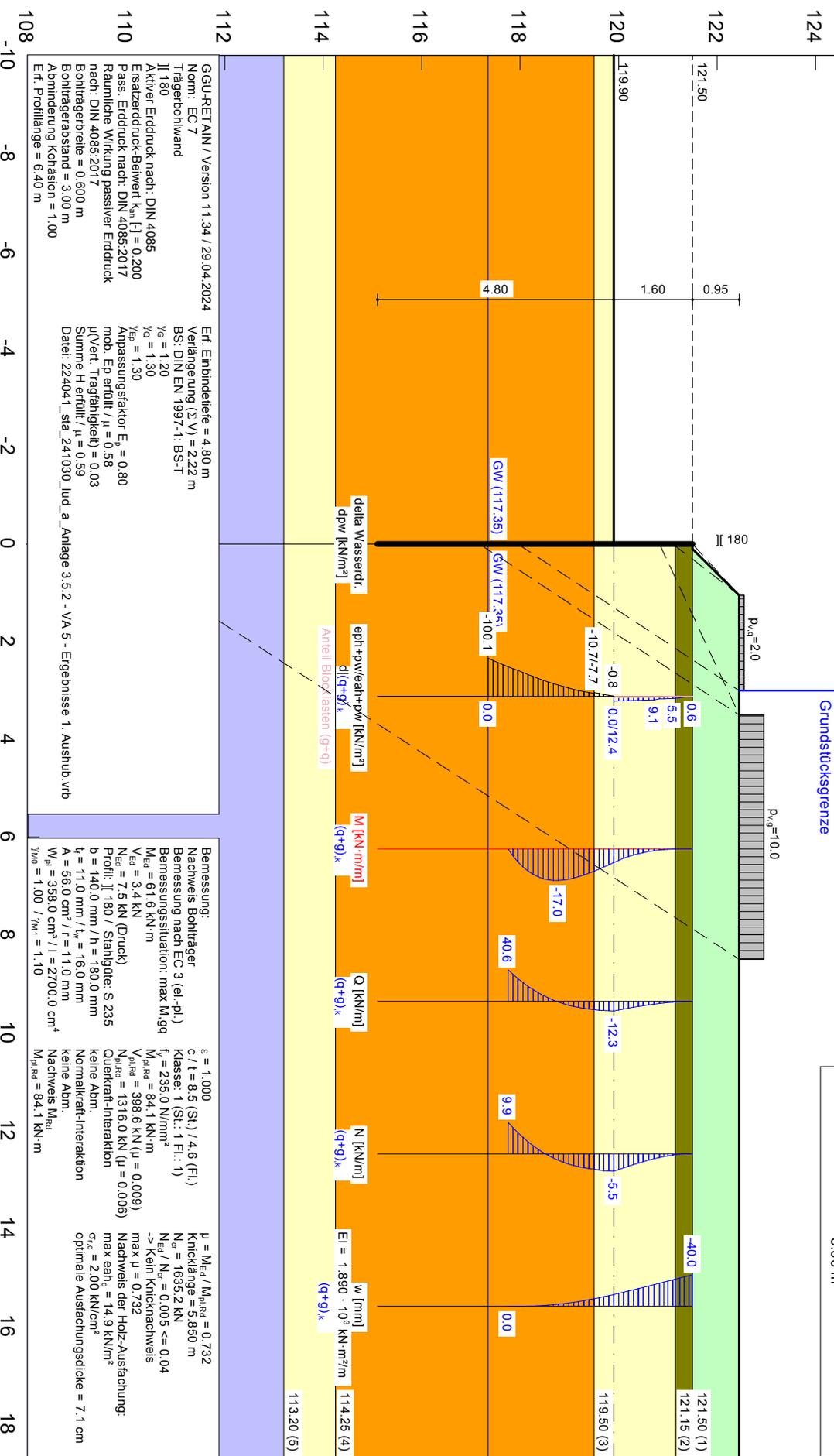
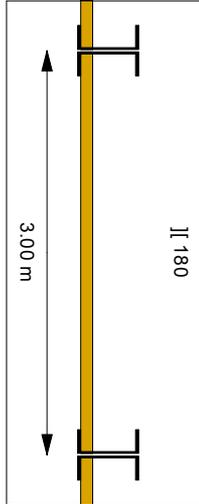




Bodenkennwerte und Schichtaufbau gemäß Bericht FCB GmbH: hier B 1/24

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0}	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,z}$ [kN/m ²]	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	100.00	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	-0.500	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	-0.500	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	-0.500	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Ton

OK Wand = 121.50 m



GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024
 Norm: EC 7
 Tragereinheit
 II 180
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzdruck-Bewert $K_{a0} [\] = 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: $\mu = 0.58$
 μ (Vert. Tragfähigkeit) = 0.03
 Datei: 22404_1_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 / $t_w = 16.0$ mm
 $A = 56.0$ cm² / $I_y = 11.0$ mm⁴
 $W_{pl,y} = 358.0$ cm³ / $I_y = 2700.0$ cm⁴
 $\gamma_{M0} = 1.00$ / $\gamma_{M1} = 1.10$

$s = 1.000$
 $c/t = 8.5$ (St.) / 4.6 (Fl.)
 Klasse: 1 (St.: 1 Fl.: 1)
 $f_{yk} = 235.0$ N/mm²
 $M_{pl,y,Ed} = 84.1$ kN·m
 $N_{pl,y,Ed} = 398.6$ kN ($\mu = 0.009$)
 $N_{pl,y,Ed} = 1316.0$ kN ($\mu = 0.006$)
 Querkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Normalkraft-Interaktion
 keine Abm.
 Nachweis M_{Ed}
 $M_{pl,y,Ed} = 84.1$ kN·m

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,y,Ed} = 0.732$
 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:
 $\max e_{H,z} = 14.9$ kN/m²
 $\sigma_{z,d} = 2.00$ kN/cm²
 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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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	γ_k	γ'_{k}	φ_k	$c(pas)_k$	$c(akt)_k$	$d(p)/\varphi$	$d(a)/\varphi$	$q_{b,k}$	$q_{s,k2}$
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	φ_{k}	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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 ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
0.00	0.00	121.50	119.90

Passive Erddruckbeiwerte
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k _{pgH}	k _{pch}	φ _k	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 ²]	[kN/m ²]
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·m²/m

Tiefe	w												
[m]	[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·m²/m

Tiefe	w												
[m]	[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_{Ed} = 61.6 kN·m

V_{Ed} = 3.4 kN

N_{Ed} = 7.5 kN (Druck)

Profil: J| 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 cm² / r = 11.0 mm

W_{pl} = 358.0 cm³ / I = 2700.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 84.1 kN·m

V_{pl,Rd} = 398.6 kN (μ = 0.009)

N_{pl,Rd} = 1316.0 kN (μ = 0.006)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 84.1 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.732

Knicklänge = 5.850 m

N_{cr} = 1635.2 kN

N_{Ed} / N_{cr} = 0.005 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.732

Nachweis der Holz-Ausfuchung:

max eah(d) = 14.9 kN/m²

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm²

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 ²]	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 m²/m ==> $R_{s1,d}$

Mantelfläche ab 117.32 m = 1.885 m²/m ==> $R_{s2,d}$

Profilverlängerung = 2.22 m ==> $R_{s2,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 117.75 bis 117.32 m = 0.942 m²/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/m²]

$N_d = 21.238 / N_b = 12.281 / N_c = 33.349$

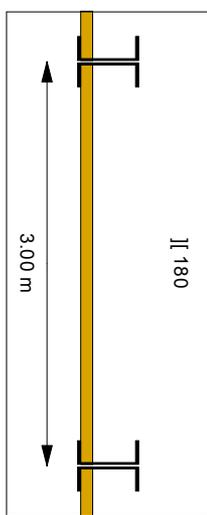
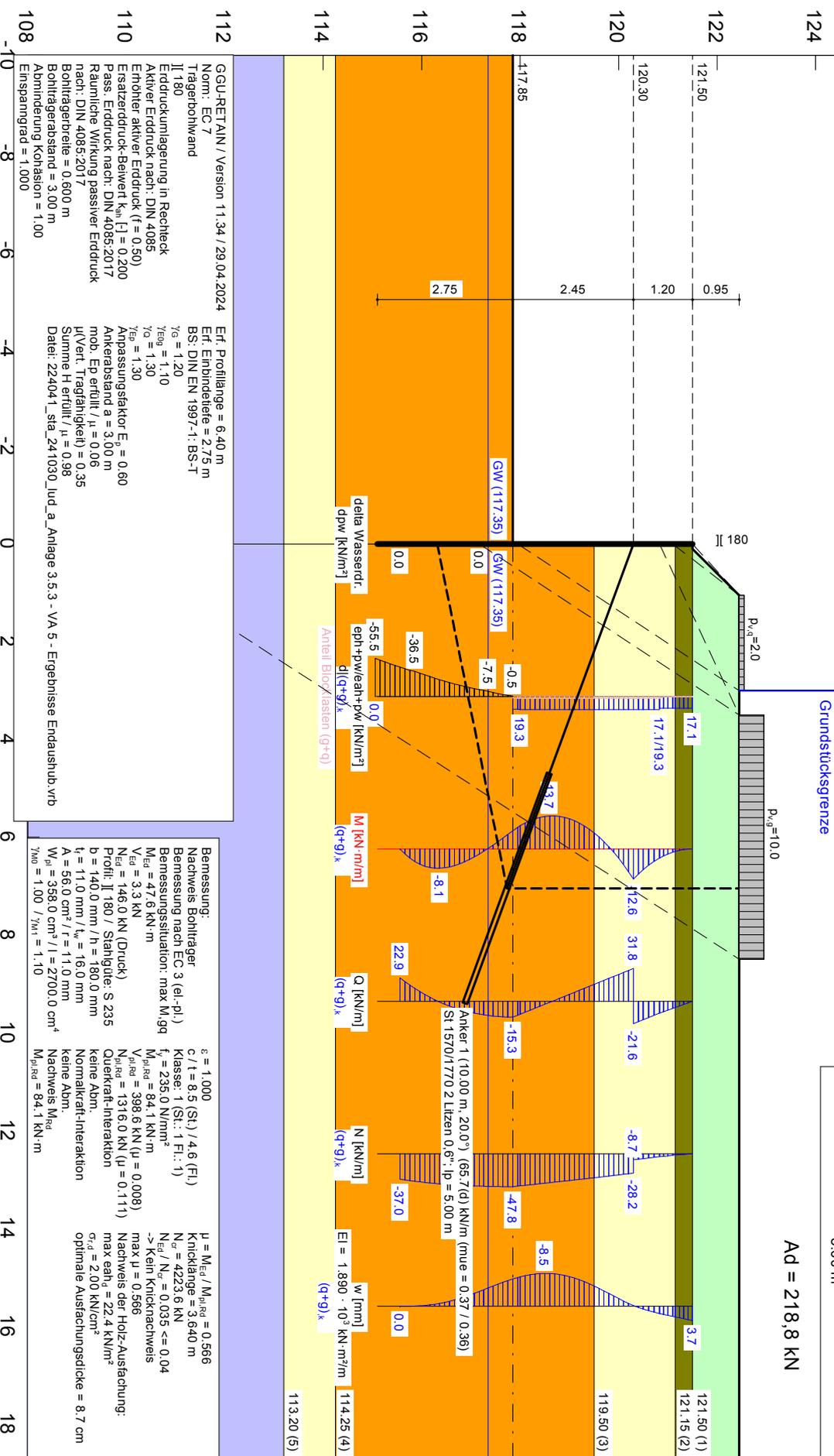
$\sigma_{\bar{u}} = 68.129$ [kN/m²]

$\mu_e = [G_k \cdot \gamma_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / \gamma_{Gr}] = 0.062$

$\mu_e = [30.24 \cdot 1.20] / [(729.05 + 7.32 + 25.55) / 1.300] = 0.062$

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

Boden	Tiefe [m]	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c(p) _k [kN/m ²]	c(a) _k [kN/m ²]	δ_{i0} passiv	δ_{i0} aktiv	δ_{i0}	$q_{a,k}$ [MN/m ²]	$q_{k,z}$ [kN/m ²]	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	100.00	MS 2.1: Auelehm
	119.50	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.667	0.667	2.00	80.00	100.00	MS 3.1: Kies-Quarzar
	114.25	18.0	10.0	32.5	1.0	1.0	-0.500	0.667	1.50	80.00	100.00	MS 3.2: Sand, Quarzar
	113.20	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.500	0.667	2.00	100.00	100.00	MS 3.2: Kies, Quarzar
	113.20	18.0	10.0	35.0	1.0	1.0	-0.500	0.667	1.20	70.00	70.00	MS 4: Feinsand, Tertiar
	<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, Tertiar



Ad = 218,8 kN

GGU-RETAIN / Version 11.34 / 29.04.2024

Nom.: EC 7

Trägerbohrwand

II/180

Erdruckumlagerung in Rechteck

Aktiver Erdruck nach: DIN 4085

Einheitsaktiver Erdruck (i = 0.50)

Ersatzerddruck-Bewert k_{a0} [i = 0.200

Pass. Erddruck nach: DIN 4085/2017

Räumliche Wirkung passiver Erddruck

nach: DIN 4085/2017

Bohrträgerbreite = 0.600 m

Bohrträgerabstand = 3.00 m

Abminderung Kohäsion = 1.00

Eft. Profillänge = 6.40 m

Eft. Einbindetiefe = 2.75 m

BS: DIN EN 1997-1; BS-T

$\gamma_0 = 1.20$

$\gamma_{0g} = 1.10$

$\gamma_{0s} = 1.30$

Anpassungsfaktor $E_{a0} = 0.80$

Ankerabstand a = 3.00 m

mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.06$

μ (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

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 / $l_{w0} = 16.0$ mm

$A = 56.0$ cm² / $I_y = 11.0$ cm⁴

$W_{pl,y} = 358.0$ cm³ / $I = 2700.0$ cm⁴

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

$\xi = 1.000$

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

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

$f_y = 235.0$ N/mm²

$M_{pl,y,Ed} = 84.1$ 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.

keine Abm.

keine Abm.

keine Abm.

$\mu = M_{Ed} / M_{pl,y,Ed} = 0.566$

Knicklänge = 3.640 m

$N_{cr} = 4223.6$ kN

$N_{Ed} / N_{cr} = 0.035 < 0.04$

-> Kein Knicknachweis

max $\mu = 0.566$

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max e_{h1} = 22.4 kN/m²

$\sigma_{c,d} = 2.00$ kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm

$M_{pl,y,Ed} = 84.1$ kN·m

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 ²]	[-]
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/m²

Blocklasten

Aktiver Erddruck für Blocklasten verwendet

Nr.	sig(v)	sig(h)	x(links)	x(rechts)	Tiefe
[-]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[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 ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	
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:

$E_{p,h,d} = 43.91 \text{ kN/m}$ ($E_{p,v,d} = -17.12 \text{ kN/m}$)

Ausnutzungsgrad (Erdwiderstand) = $B_{h,d} / E_{p,h,d} = 1.000$

$B_{h(g+q),d} = 43.91 \text{ kN/m}$

$B_{h,g,d} = 42.78 \text{ kN/m}$

$B_{h,q,d} = 1.13 \text{ kN/m}$

$B_{h,w,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

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 ² /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 ³]	[kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[-]	[MN/m ²]	[kN/m ²]
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}	$\varphi_{,k}$	δ	θ
[-]	[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 ²]	[kN/m ²]	oben[kN/m ²]	unten[kN/m ²]
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 ²]	[kN/m ²]	[m]	[m]
0.00	0.00	121.50	117.85

Passive Erddruckbeiwerte
 bestimmt nach: DIN 4085:2017

Schicht	UK	k _{pgh}	k _{pch}	φ _k	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 ²]	[kN/m ²]
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·m²/m

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·m²/m

Tiefe	w												
[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_{Ed} = 47.6 kN·m

V_{Ed} = 3.3 kN

N_{Ed} = 146.0 kN (Druck)

Profil:]I 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 cm² / r = 11.0 mm

W_{pl} = 358.0 cm³ / I = 2700.0 cm⁴

γ_{M0} = 1.00 / γ_{M1} = 1.10

ε = 1.000

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

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

f_y = 235.0 N/mm²

M_{pl,Rd} = 84.1 kN·m

V_{pl,Rd} = 398.6 kN (μ = 0.008)

N_{pl,Rd} = 1316.0 kN (μ = 0.111)

Querkraft-Interaktion

keine Abm.

Normalkraft-Interaktion

keine Abm.

Nachweis M_{Rd}

M_{pl,Rd} = 84.1 kN·m

μ = M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0.566

Knicklänge = 3.640 m

N_{cr} = 4223.6 kN

N_{Ed} / N_{cr} = 0.035 <= 0.04

-> Kein Knicknachweis

max μ = 0.566

Nachweis der Holz-Ausfachung:

max eah(d) = 22.4 kN/m²

sigma(r,d) = 2.00 kN/cm²

optimale Ausfachungsdicke = 8.7 cm

max M_d = 15.9 kN·m/m (Tiefe = 118.60 m)

Zugehörige Werte: N_d = -48.7 kN/m; Q_d = -1.1 kN/m; w_k = 8.5 mm

max Q_d = 36.9 kN·m/m (Tiefe = 120.30 m)

Zugehörige Werte: N_d = -32.7 kN/m; M_d = -14.6 kN·m/m; w_k = 0.2 mm

max N_d = 55.4 kN/m (Tiefe = 117.85 m)

Zugehörige Werte: Q_d = -17.8 kN/m; M_d = 8.8 kN·m/m; w_k = 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/m²

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

Mantelreibung

von	bis	$q_{s,k}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
117.85	115.10	80.00	MS 3.2: Sand, Quartär

Mantelfläche bis 115.10 m = 0.942 m²/m ==> $R_{s1,d}$

Mantelfläche (TF + dt1) von 115.56 bis 115.10 m = 0.942 m²/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 ≤ 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	A _{h,d}	mögl A _{h,d}	mue,gq	A _{h,g,d}	mögl A _{h,g,d}	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 _k	E _{ah,k}	E _{av,k}	Q _x	Q _y	C _k	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 _k	E _{ah,k}	E _{av,k}	Q _x	Q _y	C _k	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_Q = 1.300 / 1.150 = 1.130

Teilsicherheit (Grundbruch) gamma(R_v) = 1.300

Berechnungsebene = 115.10 m

Breite = 1.05 m

Gewicht G_k (einschließlich Verkehr) = 134.17 [kN/m]

(Verkehr erhöht mit Faktor = 1.130)

E_{av,k} (δ = 2/3 · φ) = 55.83 [kN/m]

Kohäsionskraft K_k = 9.54 [kN/m]

Grundbruchlast R_{n,k} = 2467.01 [kN/m]

Grundbruch mit:

Reibungswinkel φ_k = 30.96 [°]

Kohäsion c_k = 10.43 [kN/m²]

N_d = 20.545 / N_b = 11.727 / N_c = 32.575

σ_ü = 85.576 [kN/m²]

mue = [G_k · γ_G] / [(P_{g,k} + K_k + E_{av,k}) / γ_{Gf}] = 0.079

mue = [134.17 · 1.15] / [(2467.01 + 9.54 + 55.83) / 1.300] = 0.079



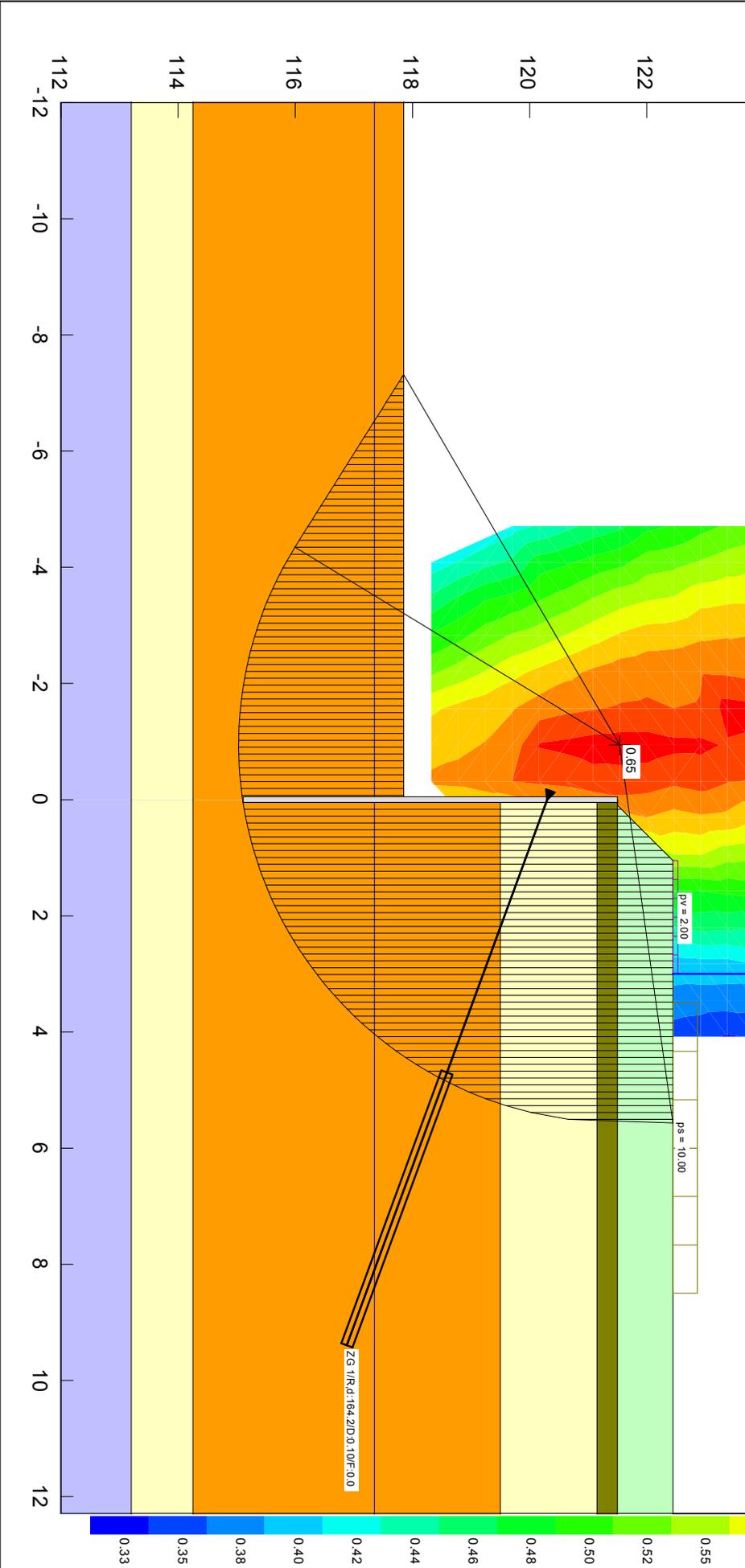
Erweiterungsbaubüro Ev. Gymnasium
LERNWELTEN Großdeuben
Entwurfs- / Genehmigungsplanung
Baugrubenverbau

Projekt Nr. 224 041
Anlage Nr. 3.5.4

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

Boden	γ_k [kN/m ³]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	q_k [kN/m ²]	max v_k [mm]	Bezeichnung
MS 1: Auffüllung	0,00	2,50	18,00	0,00	85,00	MS 1: Auffüllung
MS 2: 1: Auelehm	0,00	10,00	19,00	0,00	85,00	MS 2: 1: Auelehm
MS 3.1: Kies, Quarter	0,00	1,00	18,00	0,00	85,00	MS 3.1: Kies, Quarter
MS 3.2: Sand, Quarter	0,00	1,00	20,00	0,00	85,00	MS 3.2: Sand, Quarter
MS 3.1: Kies, Quarter	0,00	1,00	20,00	0,00	85,00	MS 3.1: Kies, Quarter
MS 4: Feinsand, Tertiar	0,00	15,00	21,00	0,00	85,00	MS 4: Feinsand, Tertiar

GGU-STABILITÄT / Version 14.22 / 23.07.2024
 Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $l_{min} = 0,65$
 $x_m = -0,94$ m $y_m = 121,54$ m
 $R = 6,51$ m
 Teilsicherheiten:
 $-y(\varphi) = 1,25$
 $-y(c_u) = 1,25$
 $-y(Wrichten) = 1,00$
 $-y(\text{Ständige Einw.}) = 1,00$
 $-y(\text{Veränderliche Einw.}) = 1,30$
 $-y(\text{Herausziehen}) = 1,4000$
 Zugglieder:
 Horizontaler Abstand [m] = 2,500
 Datei: 224041_sta_241030_lud_a_Anlage 3.5.4 - VA 5 - Geländebruch boe



Anlage 3.5.4: Erweiterung Ev. Gymnasium Lernwelten, Großdeuben - Verbauberschnitt VA 5, Geländebruchsicherheit