

**Stadtwerke Verkehrsgesellschaft
Frankfurt am Main mbH**

**Hallenwereiterung
STZW Heerstraße 305
60488 Frankfurt am Main**

**Geotechnischer Entwurfsbericht Nr.1:
Nachweis der Baugrubensicherung**

Projekt Nr.

**Erstellt im Auftrag der:
Stadtwerke Verkehrsgesellschaft
Frankfurt am Main mbH**

Aufsteller:

09. Juni 2026

Inhaltsverzeichnis

	Änderungs-/Ergänzungsindex	Seite 0.2
1.	Vorbemerkungen	Seite 1.1 - 1.2
2.	Positionsplan	Seite 2.1
3.	Einwirkungen und Widerstände	Seite 3.1 - 3.7
3.1	Einwirkungen	Seite 3.1 - 3.4
3.2	Widerstände/ Baustoffeigenschaften	Seite 3.5 - 3.7
4.	Baugrund (Einwirkungen und Widerstände)	Seite 4.1 - 4.5
5.	Ermittlung der Beanspruchungen / Bemessung	
5.1	Schnitt QS1	Seite 5.1.1 - 5.1.22
5.2	Schnitt QS2	Seite 5.2.1 - 5.2.22
5.3	Schnitt QS3	Seite 5.3.1 - 5.3.22
5.4	Schnitt QS4	Seite 5.4.1 - 5.4.28
5.5	Schnitt QS5	Seite 5.5.1 - 5.5.21
6.	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	Seite 6.1
Anlage 1: Fundamentlasten Bestand, vom 16.04.2026		

Änderungs-/Ergänzungsindex

Nr.	Datum	Seiten	Änderung	Ergänzung
1				
2				

1. Vorbemerkungen

Die Stadtwerke Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH (VGF) plant, die Werkstatthalle im Bereich des Geländes der Stadtbahnzentralwerkstatt (StZW) in der Heerstraße 305 im Frankfurter Stadtteil Rödelheim in Richtung Südwesten zu erweitern.

Der überwiegende Teil der neuen Halle ist nicht unterkellert geplant. Unterhalb des in der neuen Halle liegenden Gleises 26 ist eine Wartungsgrube vorgesehen.

Die bestehende Halle ist auf Einzel- und Streifenfundamenten gegründet.

Als Baugrubensicherung ist entlang der bestehenden Halle eine aufgelöste Bohrpfahlwand geplant. In den übrigen Bereichen kommen Bohrrägerverbauten zum Einsatz, die überwiegend freiauskragend geplant sind.

In dem nachfolgenden geotechnischen Entwurfsbericht werden die für die Sicherungsmaßnahmen erforderlichen Nachweise aufgestellt. Die Sicherungsmaßnahmen werden für das Nachweisverfahren 2 (STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund), das Nachweisverfahren 3 (GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit) und für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) nachgewiesen.

Gemäß DIN EN 1997-1:2009-09 mit DIN EN 1997-1/NA:2010-12 und DIN 1054:2010-12 sind die Sicherungsmaßnahmen in die geotechnische Kategorie GK 2 einzustufen (Baumaßnahmen mit durchschnittlichem Schwierigkeitsgrad).

Die Ermittlung der Beanspruchungen für die Verbaukonstruktion sowie Bemessung der Konstruktionselemente erfolgt wird mit dem Programm DC.

Die Sicherungsmaßnahmen sind in den Plänen

- | | | |
|-----|----------|------------------------|
| 01. | Plan Nr. | LP, Grundriss Baugrube |
| 02. | Plan Nr. | QS, Schnitte |

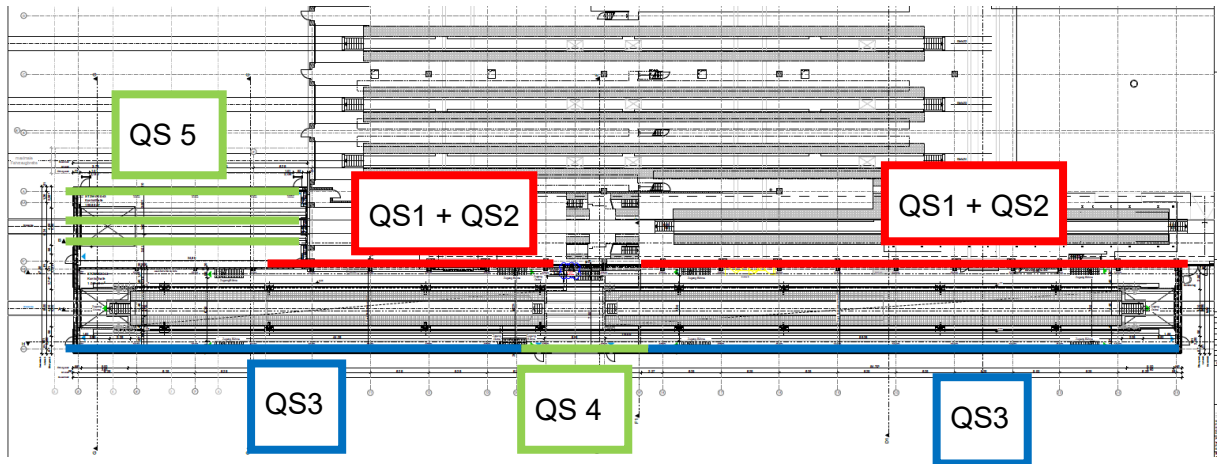
dargestellt.

Die Lage und Anordnung der Sicherungsmaßnahmen ist dem beiliegenden Positionsplan zu entnehmen.

Hinweis:

Die Überprüfung aller in der Statik getroffenen Annahmen und Eingangswerte sowie der Vorgaben gemäß Gutachten wird aufgrund der anspruchsvollen Situation der Ausführung empfohlen.

2. Positionsplan



3. Einwirkungen und Widerstände

3.1 Einwirkungen:

- Verkehrslasten:

In den Schnitten werden, wenn es die Örtlichkeit erfordert, die folgenden Verkehrslasten berücksichtigt:

1) Nutzlasten aus Straßenverkehr:

Die Lastansätze nach EAB, EB 55 (Absatz 3) für Verbauwände bei denen eine Nutzlast aus Straßenverkehr in einem Mindestabstand von 1,00 m von der Hinterkante Verbauwand angreift, sind in den berücksichtigten Lastansätzen aus Baustellenverkehr und Baubetrieb mit enthalten.

2) Nutzlasten aus Baustellenverkehr und Baubetrieb:

nach EAB, EB 56 (Absatz 1) und EAB, EB 57 (Absatz 4) wird die Einwirkung aus Baustellenverkehr durch eine unbegrenzte Flächenlast

$$p_k = 10 \text{ kN/m}^2$$

hinter der Verbauwand bei einer entsprechenden Eignung bzw. Zugänglichkeit berücksichtigt. Gemäß EAB, EB 24 (Absatz 2) ist die unbegrenzte Flächenlast als **ständige Last** anzusetzen.

3) Belastung durch Schienenverkehr gem Merkblatt „Last- und Berechnungsvorgaben für Ingenieurbauwerke der Stadtbahn Frankfurt am Main, VGF, 15.11.2021“:

Es wird auf jedem Gleis ein Regelfahrzeug angesetzt. Die Breite beträgt 2,65 m bei einem Fahrzeugabstand von 0,35 m. Ungünstigst wird die Ersatzlast aus den Achsparen jeweils am Wagenanfang bzw. –ende gebildet

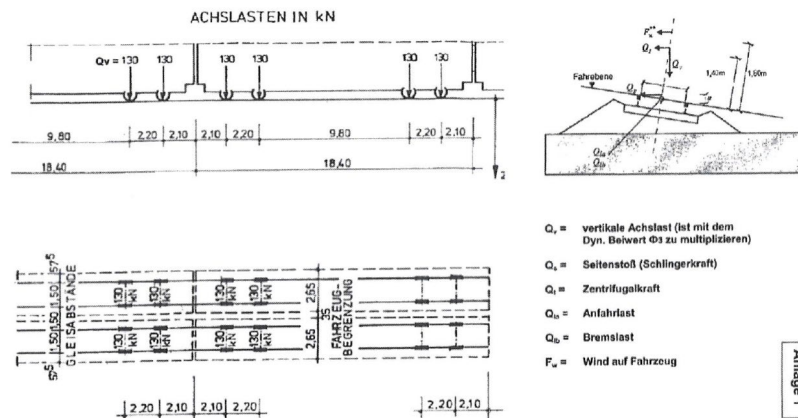
QS 3 + QS 4: Hier stehen mehrere Gleise hintereinander an. Im Einflussbereich des Verbaus befinden sich jedoch nur die beiden dem Verbau nahestehendsten Gleis. Es wird daher ein Doppelgleis angesetzt:

$$q'_k = 2 \times 130 / (2,15 \text{ m} \times 5,65 \text{ m}) = 21,4 \text{ kN/m}^2.$$

QS 5: Hier steht im Bereich der Verbauten nur das Gleis 25 an. Daher wird nur ein Gleis betrachtet:

$$q'_k = 1 \times 130 / (2,15 \text{ m} \times 5,65 \text{ m}) = 10,7 \text{ kN/m}^2.$$

Stadtbahn-Regelfahrzeug



Achslasten des Stadtbahn-Regelfahrzeugs

Gemäß EAB, EB 55, 6. Abs. müssen beim Führen von Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweisen Schwingbeiwerte bei Nutz- bzw. Ersatzlasten für Schienenfahrzeuge nicht angesetzt werden.

Dies gilt besonders für die Betrachtung von baulastischen Beiwerten, da mit diesen Einwirkungen aus Schwingungen auf Tragwerke wie z. B. Brücken definiert und beschrieben werden.

Somit werden Schwingbeiwerte oder baulastische Beiwerte nicht in die Nachweisführung für die Baugrubensicherung eingeführt.

4) Belastung durch bestehendes Hallengebäude gem. Anlage 1:

Die Belastung des Verbaus aus den Fundamenten der Halle betrifft die Schnitte QS1 und QS2. Der Schnitt QS 2 deckt dabei alle Bereich mit einer charakteristischen Gesamtfundamentlast von $G+Q \leq 406 \text{ kN}$ ab. Die übrigen höheren Lasten ($G+Q > 406 \text{ kN}$, $\leq G+Q_{\text{max}} = 720 \text{ kN}$) werden durch den Schnitt QS 1 abgedeckt.

- Erddruck (DIN 4085:2017-08, Tab. B.1):
Erhöht aktiver Erddruck (50 %) (Regelfall)
- Wandreibungswinkel (EAB, EB 4, Abs. 2 bzw. DIN 4085:2017-08, Tab. A.1):

Trägerbohlwand mit $\delta_a = 2/3 \varphi_k'$

Bohrpfahlwand mit $\delta_a = 2/3 \varphi_k'$

- Wasserdruck:

Auf Grundlage des geotechnischen Gutachten (Projekt Nr.
bericht) vom 22. Oktober 2025 wird kein Grundwasser angesetzt.

2. Be-

- Erddruckumlagerung (EAB):

Annahme je nach Höhenlage der Abstützungen nach EAB, für gestützte Trägerbohlwände (EB 69, Absatz 1 bis 4) sowie keine Umlagerung des Erddrucks bei freiauskragenden Verbausystemen.

- Teilsicherheitsbeiwerte:

1) Trägerbohlwand/ Bohrträgerverbau/ Bohrpfehlwand

Es gilt Bemessungssituation BS-T (vorübergehende Situation) mit Ausnahme der Bemessung von Steifen sowie der Rückverankerung in der letzten Ausgrabphase (= BS-P, ständige Situation) (Angabe der Beiwerte in []).

STR und GEO-2:

Ständige Einwirkung (allgemein): $\gamma_G = 1,20$ [1,35]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.1)

Ständige Einwirkung (Erdruchedruck): $\gamma_{G,E0} = 1,10$ [1,20]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.1)

Veränderliche Einwirkung (ungünstig): $\gamma_Q = 1,30$ [1,5]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.1)

GEO-3:

Ständige Einwirkung (allgemein): $\gamma_G = 1,0$ [1,0]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.1)

Veränderliche Einwirkung (ungünstig): $\gamma_Q = 1,20$ [1,3]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.1)

3.2 Widerstände, Baustoffeigenschaften:

- Stahlprofile (Tragprofile / Gurtung):

Stahlgüte: S 235 JR
E-Modul E: 210.000 MN/m²

Parameter für Bodenwiderstände: siehe Kapitel 4

- Bohrträgerverbau:

Trägerfuß: Beton C 20/25 - XC2
E-Modul E_{cm} : 30.000 MN/m²
Betonstahl: B 500 B
Parameter für Bodenwiderstände: siehe Kapitel 4

- Bohrpfähle:

Betongüte: Beton C 25/30
Betoneigenschaften (Expositionsklassen): XC2
E-Modul E_{cm} : 31.000 MN/m²
Betonstahl: B 500

- Spritzbeton (Ausfachung):

Betongüte: Beton C 25/30
Betoneigenschaften (Expositionsklassen): XC2
Betonstahl: Bst 500 M (A)

- Teilsicherheitsbeiwerte:

EC2 (BS-T bzw. BS-P):

Ständige/vorübergehende Bemessungssituation,
Beton: $\gamma_c = 1,5$ (Grundkombination, DIN EN 1992-1-1/NA, Tab. 2.1 DE)

Ständige/vorübergehende Bemessungssituation,
Betonstahl: $\gamma_s = 1,15$ (Grundkombination, DIN EN 1992-1-1/NA, Tab. 2.1 DE)

EC3 (BS-T bzw. BS-P):

Berechnung der Bemessungswerte der Festigkeiten von Stahlquerschnitten
(unabhängig von Querschnittsklasse):
 $\gamma_M = 1,0$ (DIN EN 1993-1-1/6.1)

Berechnung der Bemessungswerte der Festigkeiten von Stahlbauteilen bei
Stabilitätsversagen:
 $\gamma_M = 1,1$ (DIN EN 1993-1-1/6.1)

Berechnung der Bemessungswerte der Festigkeiten von Stahlbauteilen bei
Bruchversagen infolge von Zugbeanspruchung:
 $\gamma_M = 1,25$ (DIN EN 1993-1-1/6.1)

EC 5 (BS-T bzw. BS-P):

Berechnung der Bemessungswerte der Festigkeiten von Holz und Holzwerk-
stoffen:
 $\gamma_M = 1,3$ (DIN EN 1995-1-1/NA)

EC 7 (BS-T bzw. BS-P):

1) Bohrträgerverbau/ Unterfangung

Es gilt BS-T bzw. BS-P (s. Erläuterungen im Abschnitt Einwirkungen).

STR und GEO-2:

Erdwiderstand: $\gamma_{R,e} = 1,3$ [1,4]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.3)

Pfahlwiderstand: $\gamma_b/ \gamma_s/ \gamma_t = 1,4$ [1,4]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.3)

Herauszieh-Widerstände:

Verpresskörper und Verpressanker: $\gamma_a = 1,1$ [1,1]
(DIN EN 1997-1-NA 1, Tab. A 2.3)

GEO-3:

Reibungsbeiwert $\tan \varphi' / \tan \varphi_u : \gamma_{\varphi'} / \gamma_{\varphi_u} = 1,15$ [1,25]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.2)

Kohäsion $c' / c_u : \gamma_{c'} / \gamma_{c_u} = 1,15$ [1,25]
(DIN EN 1997-1/NA:2010-12, Tab. A 2.2)

4. Baugrund (Einwirkungen und Widerstände)

Der Aufbau des anstehenden Baugrundes ist gemäß dem geotechnischen Gutachten der vom 22.10.2025 als Grundlage für die Ermittlung der Beanspruchungen herangezogen worden.

Die nachfolgend dargestellten Baugrundparameter sind aus obigem Gutachten übernommen worden.

Schicht		Boden- gruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300: 2012 DIN 18301: 2012	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul
				feucht γ_k [kN/m ³]	unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	 $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1a	Künstliche Auffüllungen, kiesig, sandig	[GW], [GU], [SW], [SE], [SU]	3 ²⁾ BN 1	20 - 21 ¹⁾	10 - 11 ¹⁾	30 - 35 ¹⁾	0	-
1b	künstliche Auffüllungen, tonig-schluffig	[TM], [TL]	4 ²⁾ BB2 - BB3	20	9 - 10 ¹⁾	25 - 27,5 ¹⁾	0	-
2	Löß-/ Lehmböden, steif bis halbfest (Quartär)	TM, TL	4 BB 2 - BB 3	19 - 20 ¹⁾	9 - 10 ¹⁾	25 - 27,5 ¹⁾	5 – 7,5 ¹⁾	10 - 12 ¹⁾
3	Terrassen- sande, -kiese dicht (Quartär)	SU, SW, GU, GW (UL)	3 (4) BN1 (BB3)	21	11	30 - 32,5 ¹⁾	0	70 - 90 ¹⁾
4a	Tone/Schluffe, weich-steif (Tertiär)	TL, TM, OT, UL	4, 5 BB2	20	10	20	10 - 15 ¹⁾	10 - 15 ¹⁾
	Tone/Schluffe, steif-halbfest (Tertiär)	TL, TM, OT, UL	4, 5 BB2 - BB3	20	10	20	15 - 20 ¹⁾	15 - 25 ¹⁾
4b	Sande/Kiese, dicht (Tertiär)	SE, ST, SU ST*, SU*	3, 4 BN1 - BN2	21	11	32,5	0	80 - 100 ¹⁾

¹⁾ abhängig von der jeweiligen Zusammensetzung bzw. Lagerungsdichte/ Konsistenz

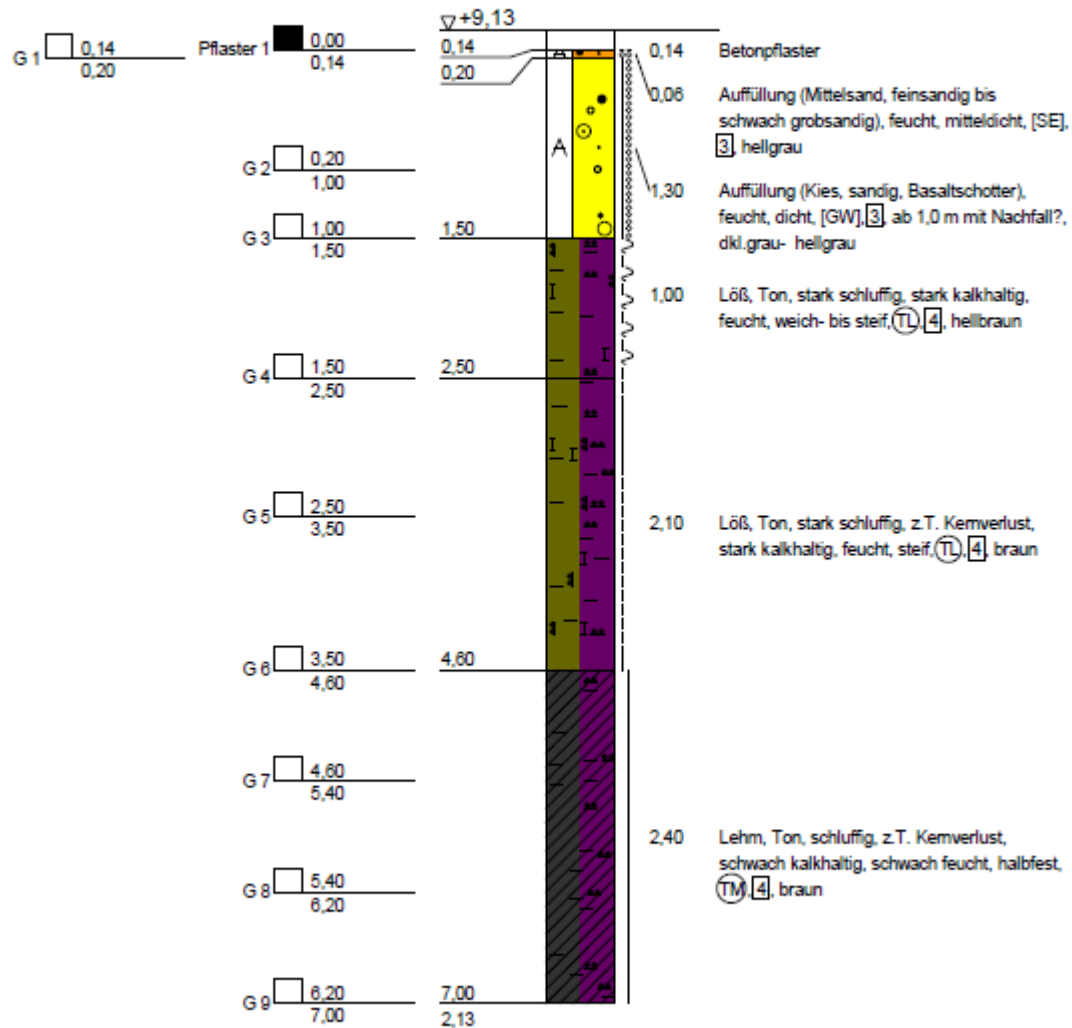
²⁾ Innerhalb der Auffüllungen können sich größere Einschlüsse von Bauschutt oder Betonresten befinden, die eine Zuordnung zu den Bodenklassen 3 und 4 nach DIN 18300:2012 nicht rechtfertigen. Für solche Fälle sind in Ausschreibungen Eventualpositionen zur gesonderten Erfassung und Beseitigung von Hindernissen vorzusehen. Die Aufnahme von Oberflächenbefestigungen ist in jedem Falle gesondert auszuschreiben.

Tabelle 1: Charakteristische Bodenkenngrößen

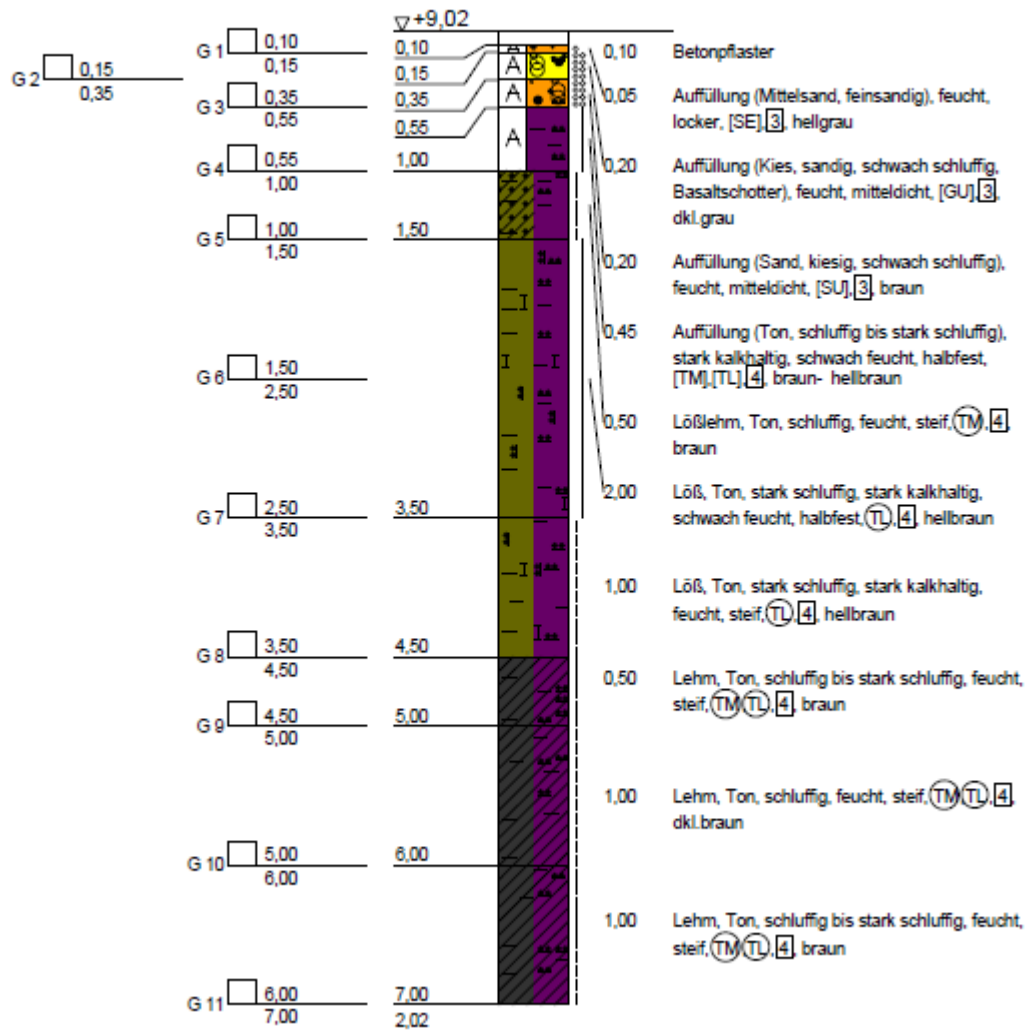
Die Schichtprofile wurden dem o. g. Baugrundgutachten entnommen und beschreiben die maßgebenden Baugrundverhältnisse für die Bemessung des Baugrubenverbaus.

Die Lage der maßgeblichen Aufschlüsse sind dem Positionsplan auf Seite 2.1 bzw. dem Verbauplan Nr. LP zu entnehmen.

BS 1



BS 3

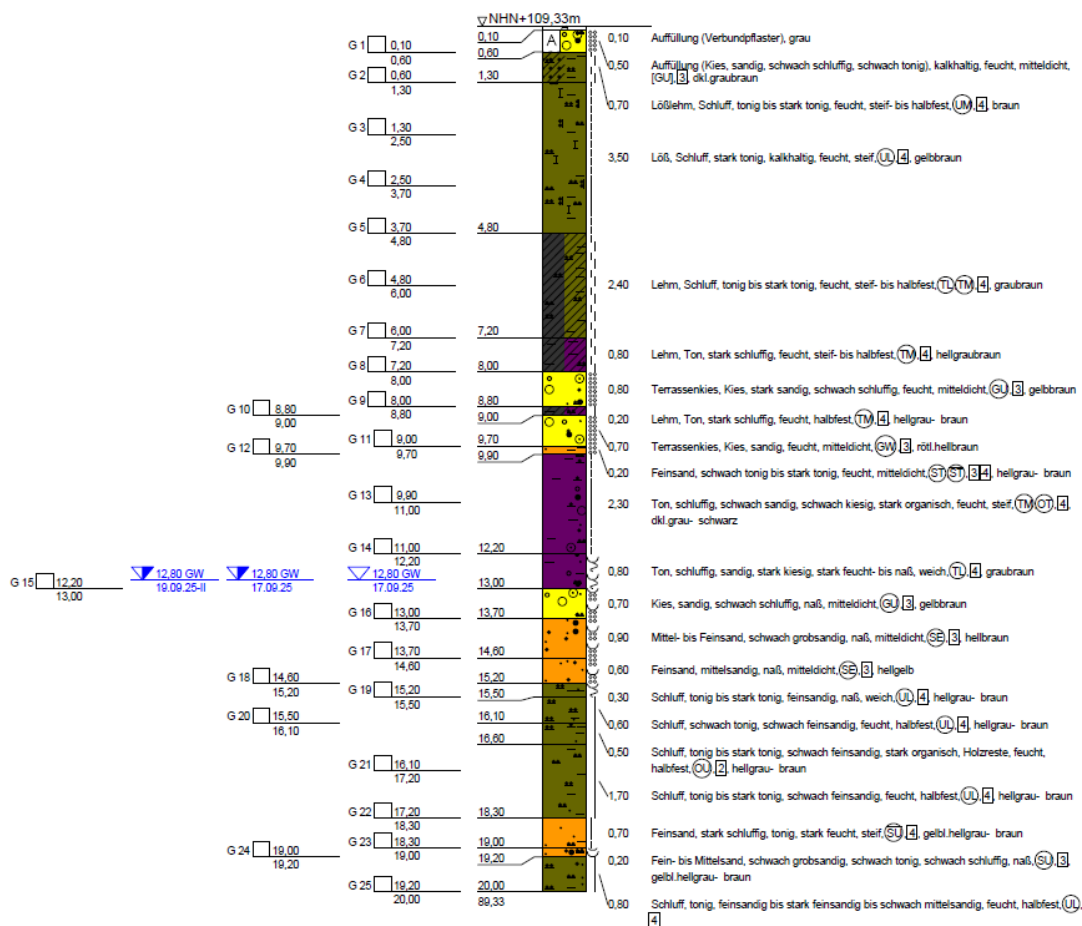


Nachweis der Baugrubensicherung, geotechnischer Entwurfs-
bericht Nr. 1

Seite:

4.4

BK 1

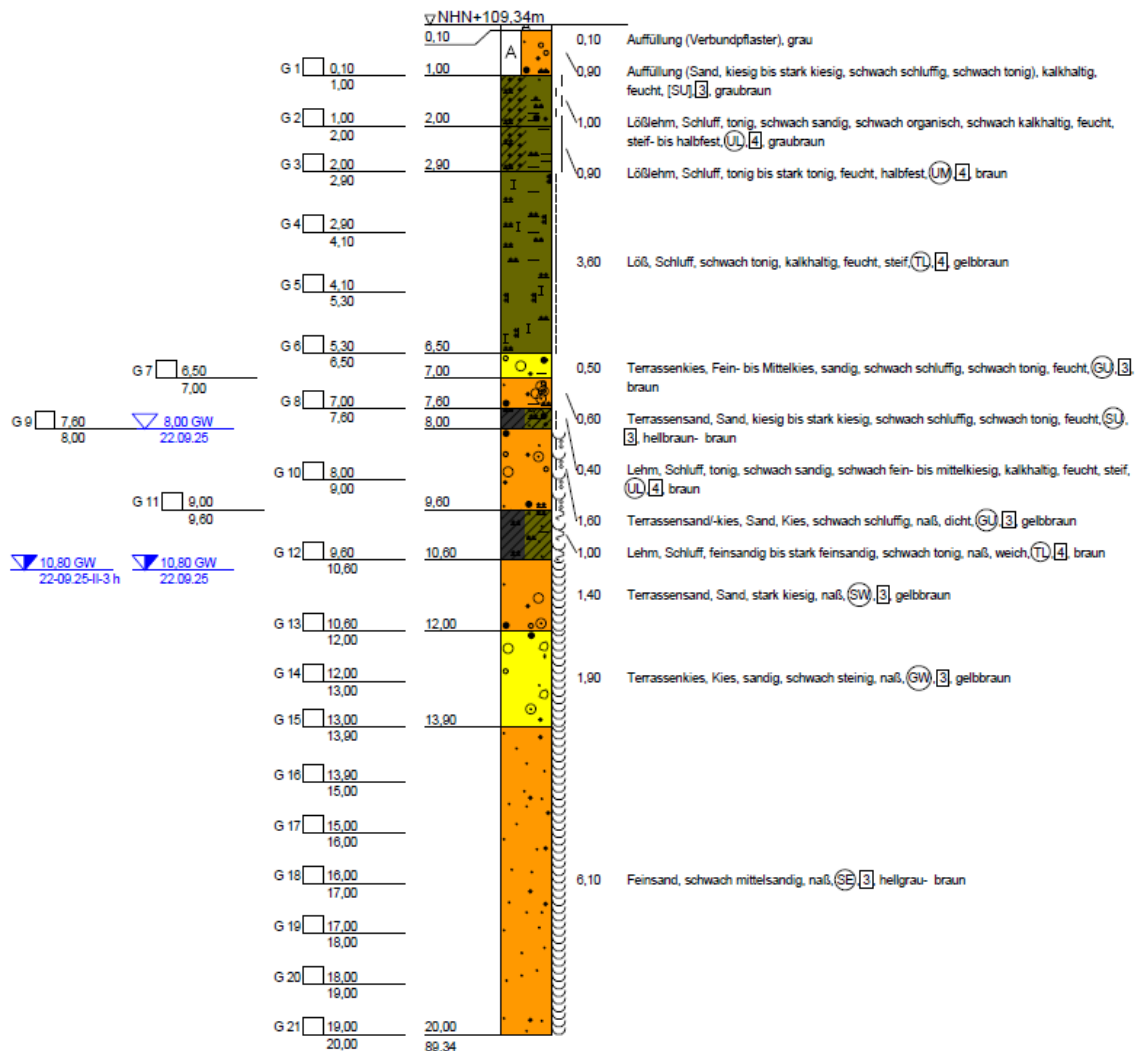


Nachweis der Baugrubensicherung, geotechnischer Entwurfs-
bericht Nr. 1

Seite:

4.5

BK 2



5.1 Schnitt QS 1

Zur Ausführung kommt eine freiauskragende, aufgelöste Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung als temporäre Baugrubensicherung.

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Ergänzende Hinweise werden in der planerischen Querschnittszeichnung skizziert.

Für die Berechnung des Bohrträgerverbaus mit RTWALLS werden folgende Ansätze gewählt:

- aufgelöste Bohrpfahlwand
 $D = 75 \text{ cm}$, $a = 1,80 \text{ m}$

Ansatz einer Verkehrslast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last.

Belastung aus Bestandsgebäude (s. Anlage 1):

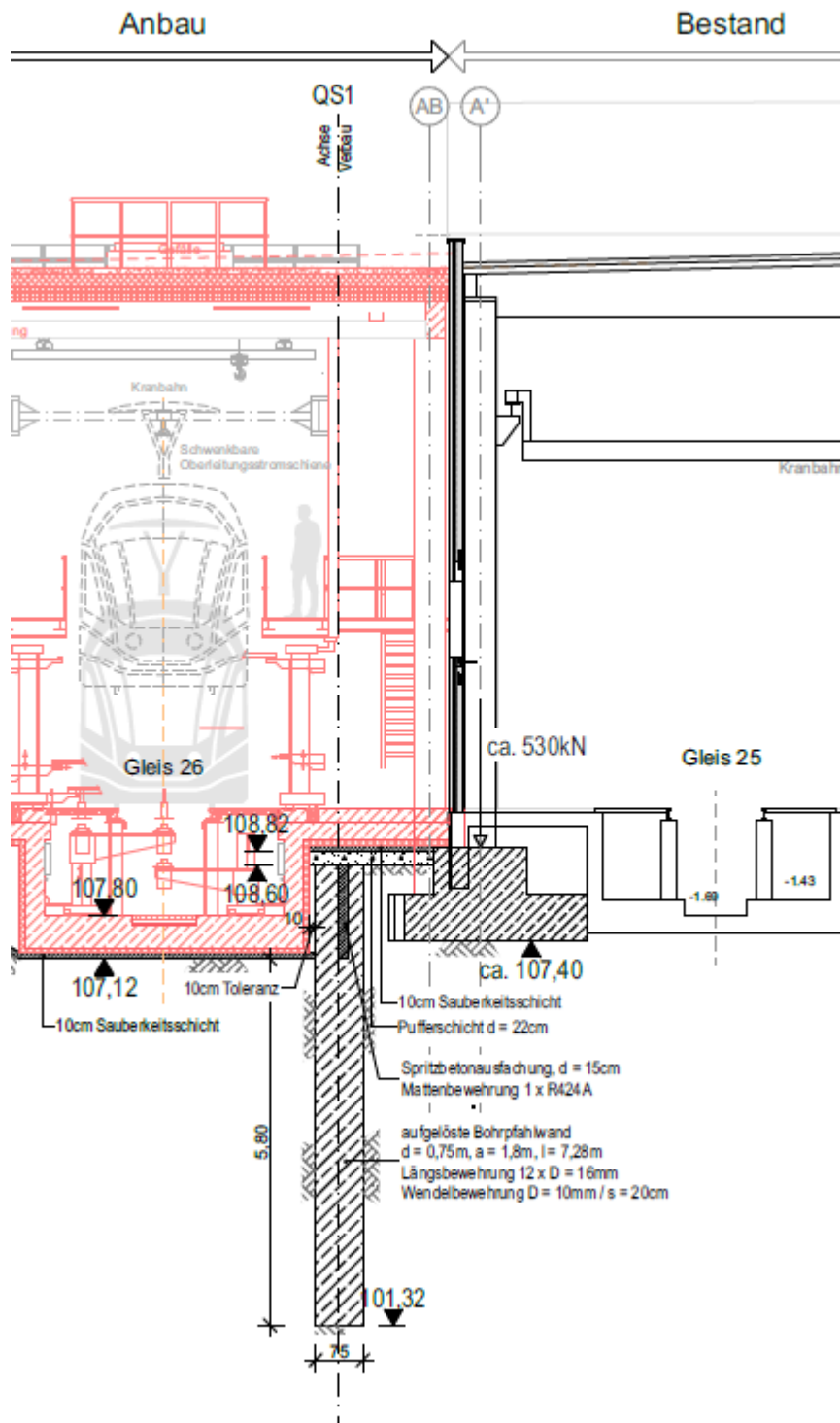
$$V_{g+q} = 720 \text{ kN}$$

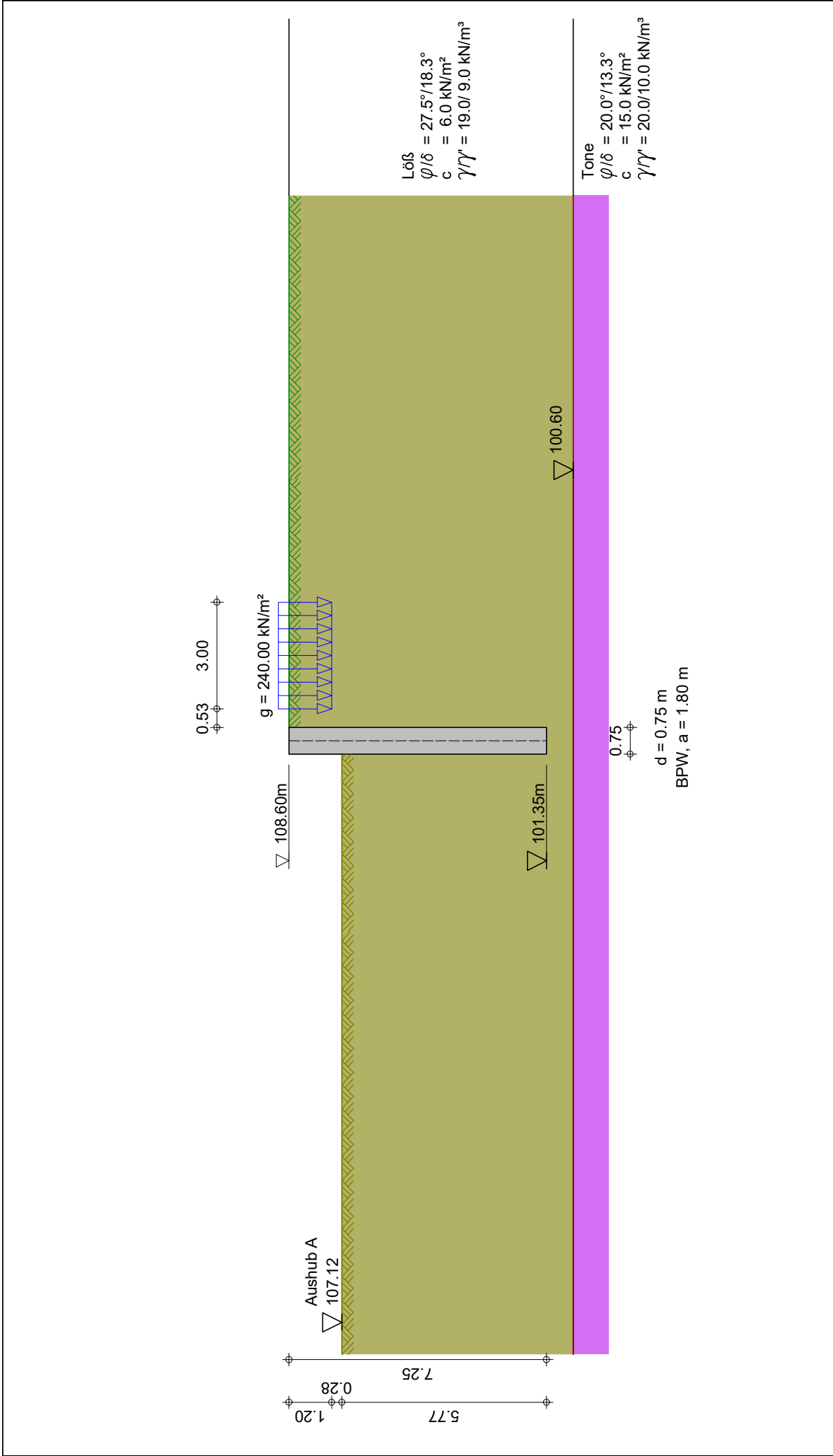
- Die Schichtenabfolge wird vereinfacht auf Grundlage der Bohrung BS 3 angesetzt.

Besonderheiten:

- Die Wahl des Verbauträgers sowie des Trägerabstandes erfolgt aus konstruktiven Gründen zur Begrenzung der Verbauverformungen.
- Anordnung einer Pufferschicht von 30 cm über dem Pfahlkopf zur Vermeidung eines direkten Auflagers für die spätere Bodenplatte.

Systemquerschnitt QS 1





Seite	1
Übersicht	
Maßstab	1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS1_V01.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Bindiger Boden
Geländeoberkante auf 108.60 m
Grundwasserstand 93.60 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	a [m]
				EI [MN*m ²]		
1	Bohrpfahlwand	0.00	0.00	30000.00	2454.40	25.00
		0.00	11.00	8.6286E+05	75.00	1.80
				258.86		

Erdschichtwerte

			Löß	Tone
Schichthöhe	h	[m]	8.00	92.00
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	20.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.33	13.33
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-18.33	-13.33
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	6.0	15.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	6.0	15.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	10.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.04	0.06
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.80	1.10

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.311	0.426
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.538	0.658
Angesetzt: 50% K_{agh} + 50% K_0			0.425	0.542
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 3$				
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.981	1.180
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.311	0.426
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.538	0.658
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	4.697	2.811
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.957	4.059
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	4.697	2.811

LFK-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	240.00	0.90	3.90	1.20	0

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 3

LF-Komb. 1

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 4

LF-Komb. 1

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.36	0.037	2.483	2.483	0.000
1.00	0.279	6.782	6.782	0.000
1.47	0.610	10.033	10.033	0.000
1.47	0.610	87.276	10.033	77.243
2.34	12.360	89.459	15.933	73.526
6.14	65.611	103.820	46.603	57.217
6.14	65.611	46.603	46.603	0.000
8.00	76.662	61.597	61.597	0.000
8.00	76.662	73.542	73.542	0.000
11.00	97.941	106.066	106.066	0.000
11.00	97.941	106.066	106.066	0.000
15.00	140.453	149.431	149.431	0.000
15.00	140.453	149.431	149.431	0.000
100.00	3039.792	610.183	610.183	0.000
100.00	3039.792	610.183	610.183	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
Mindesterdruk mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	5
Aushub	A
LF-Komb.	1

Aushub Nr. A

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
1.98	17.37
2.98	76.64
5.98	56.60
6.88	-170.83
6.58	-73.59
6.28	1.52
6.29	-0.64

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
8.000	-18.333	-11.323
11.000	-13.333	-8.235
15.000	-13.333	-8.235
100.000	-13.333	-8.235
Gesamtsumme V (char.)	-43.43 kN/m	9.40 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.480	0.000	1.480	0.000
1.480	-27.975	1.480	-21.519
6.290	-372.789	6.290	-286.761
Summe $E_{ph,k}$	-963.838 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-741.414 kN/m

Tiefenzuschlag nach EAB (EB26) = $0.2 \cdot 4.81 \text{ m} = 0.96 \text{ m}$
Gesamtlänge der Wand: 7.25 m, Einbindetiefe t = 5.77 m
(einschl. Tiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 1.48 m, Wasserstand = 15.00 m
Fußstützkraft: $E_d = 741.04 \text{ kN} \leq R_d = 741.41 \text{ kN}$
Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -217.18 \text{ kN}$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	6.2	0.00	0.00		
0.365	2.48	5.7	-0.06	-0.45		

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	6
Aushub	A
LF-Komb.	1

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.996	6.78	4.8	-1.12	-3.38		
1.473	10.03	4.1	-3.63	-7.39		
1.473	87.28					
1.480	87.29	4.1	-3.68	-7.98		
1.480	68.49					
2.338	29.35	2.8	-30.91	-49.93		
2.340	29.25	2.8	-31.01	-49.99		
4.575	-69.97	0.4	-133.20	-4.49		
4.638	-72.76	0.4	-133.34	0.00		
6.141	-139.52	0.0	-25.90	159.62		
6.141	-196.74					
6.290	-202.69	0.0	0.00	189.28		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaulager

Aushub Nr. A	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	189.28	zugM	0.00
	minM	-133.34	zugQ	0.00,	minQ	-49.99	zugM	-31.01
	maxw	6.2 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	6.14	0.00
0.365	6.34	-2.27
0.996	6.70	-6.39
1.473	6.96	-9.65
1.473	19.76	-9.65
1.480	19.76	-9.78
1.480	16.00	-9.78
2.338	7.60	-19.90
2.340	7.58	-19.92
4.575	-13.38	-13.43
4.638	-13.97	-12.53
6.141	-28.07	19.05
6.141	-37.55	19.05
6.290	-38.84	24.72

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	66.37	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandengewicht:	38.60	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	120.24	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	110.74

Nachweis: $V_k = 120.24 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 110.74 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 7

Aushub A

LF-Komb. 1

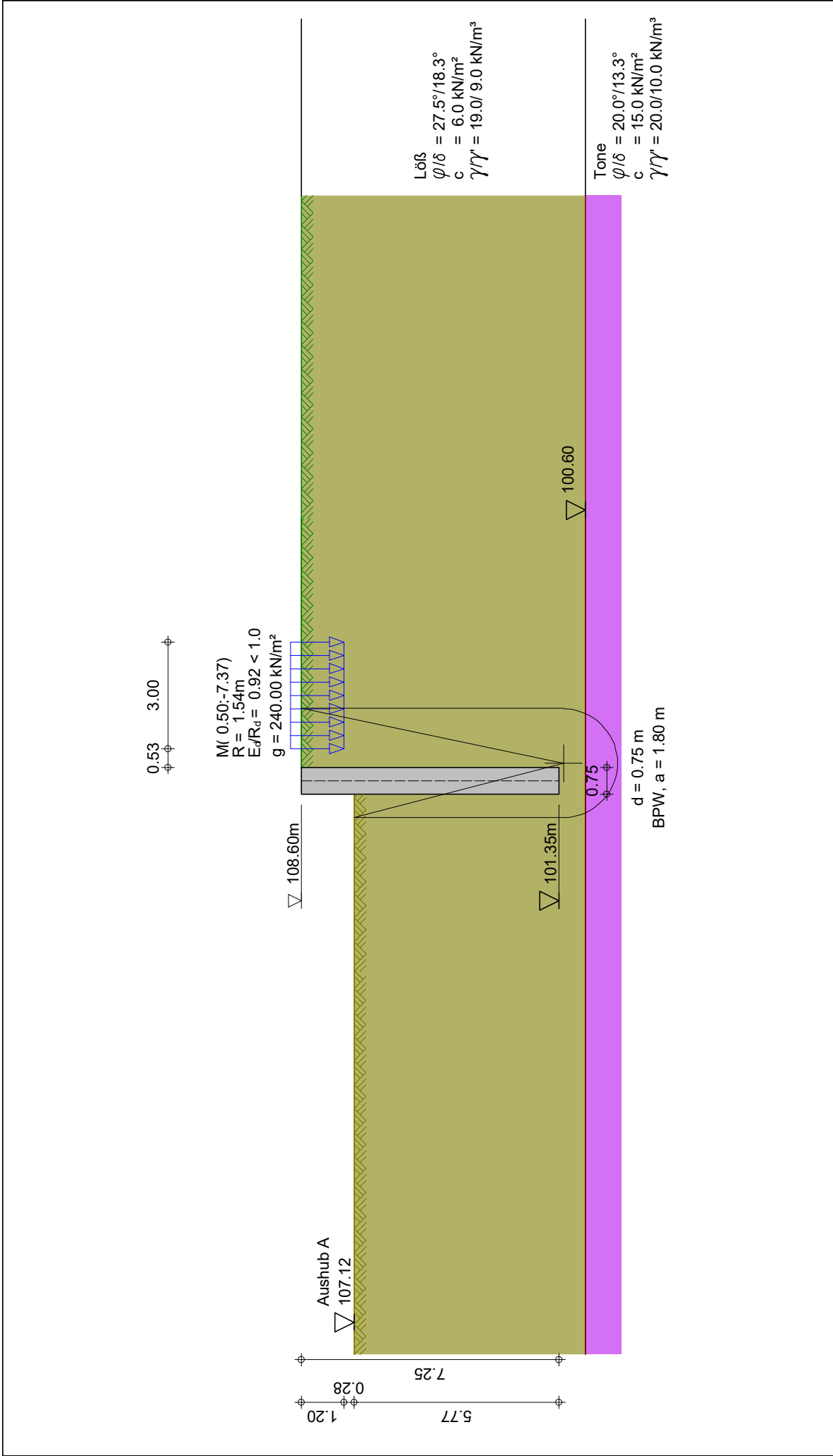
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	79.64	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wand eigengewicht:	46.31	
Fußersatzkraft: (1/2 C_v)	-17.52	(δ_c)
Summe:	108.44	

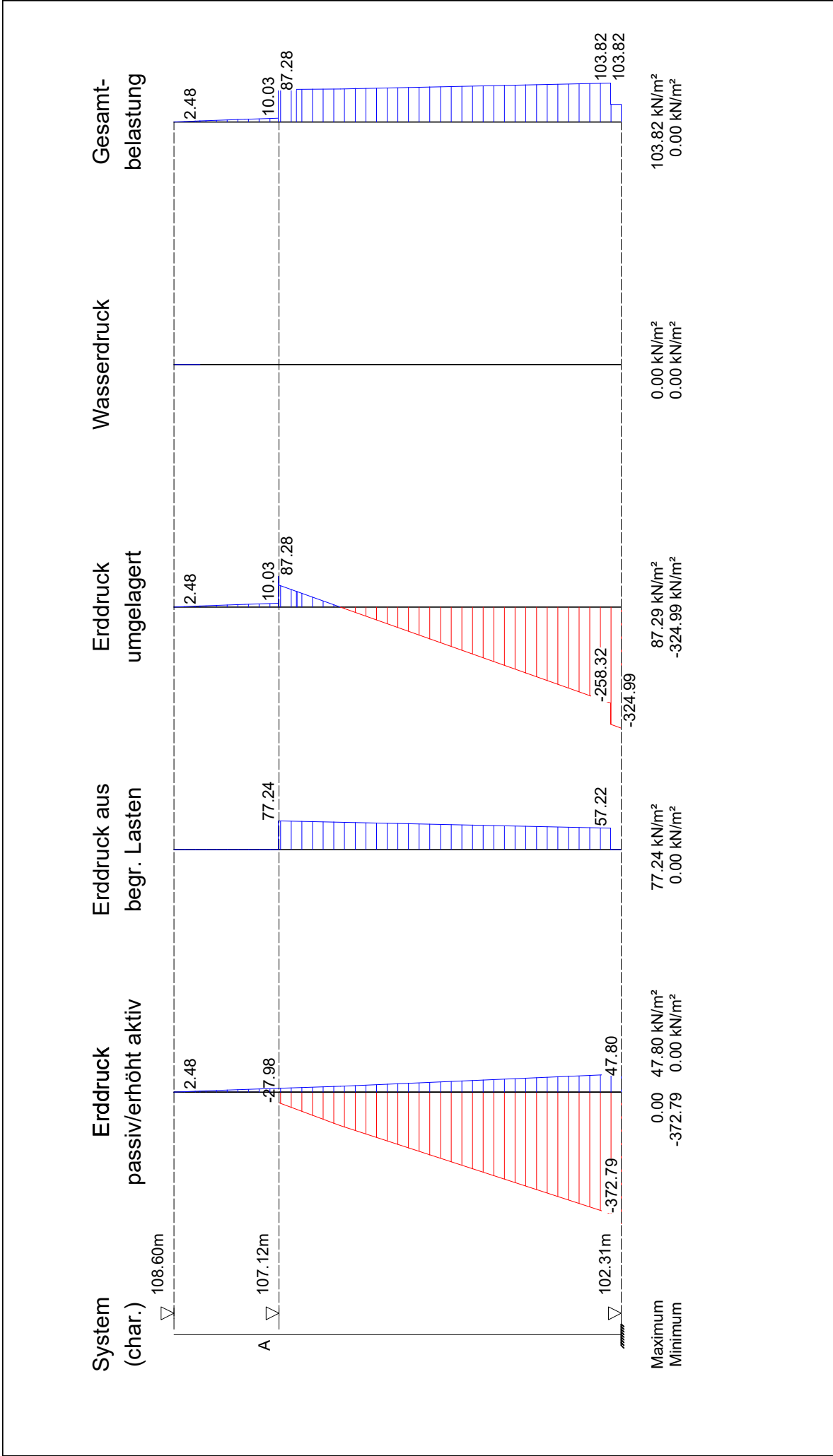
Widerstände:	R_d [kN/m]	
Fußfläche für Spitzendruck (cm ² /m):	2454.4	
Spitzendruck:	140.25	
Mantelreibung:	89.95	
Summe:	230.20	

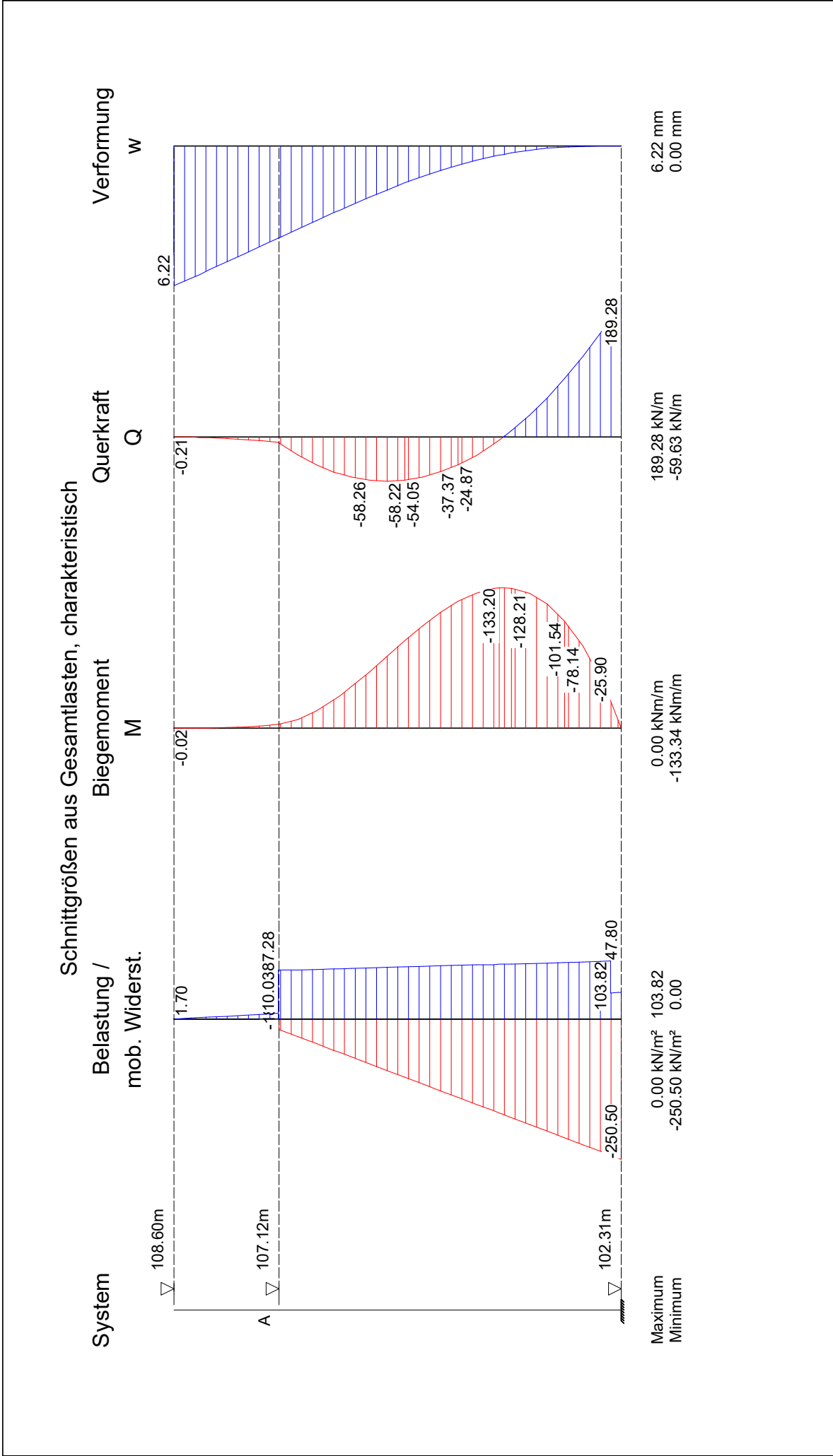
Nachweis: $V_d = 108.44 \text{ kN/m} \leq R_d = 230.20 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

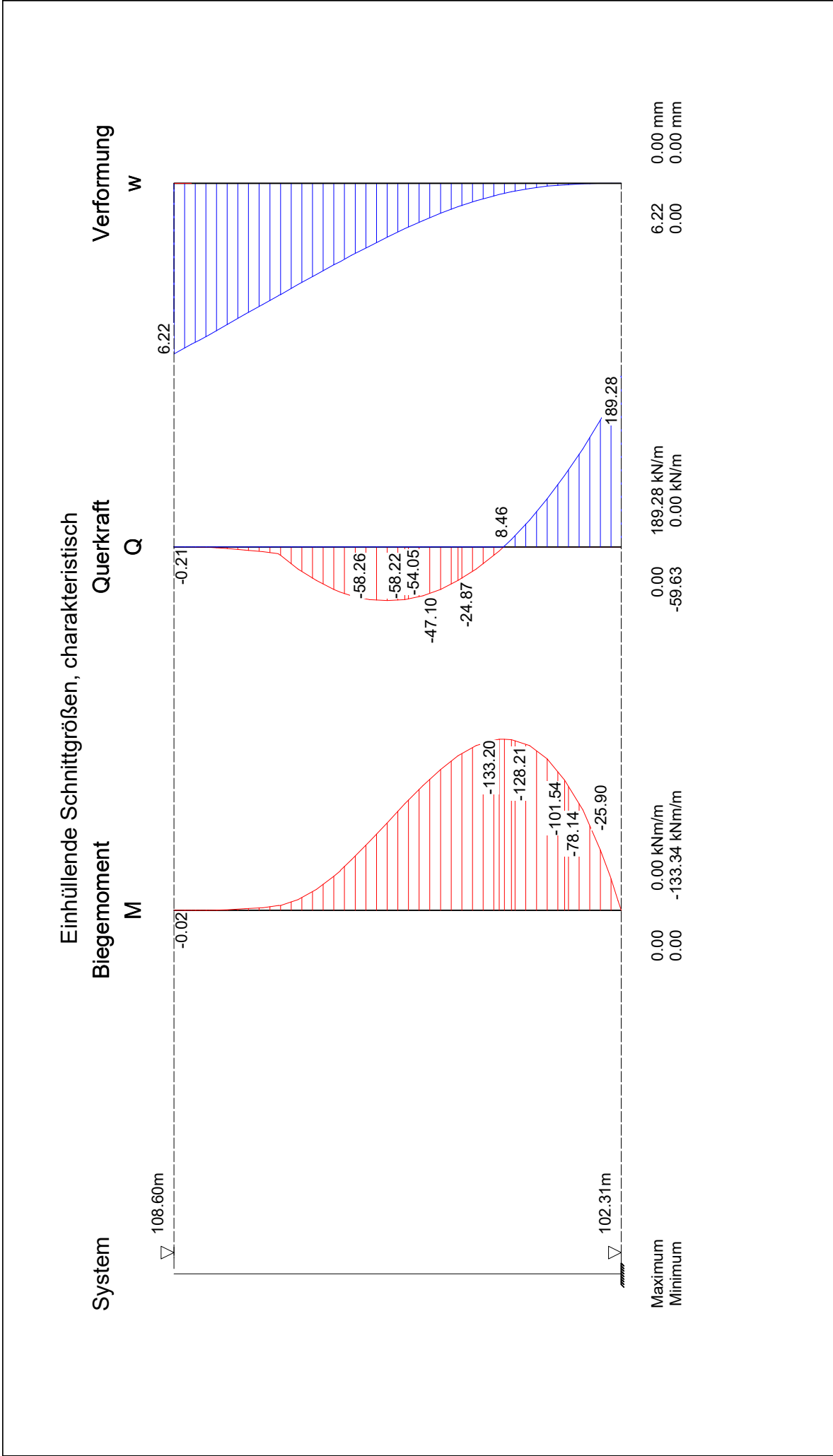


Seite	8
Aushub	A
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 150





Seite	10
Aushub	A
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 75



Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Geländebruch-Nachweis, Aushub A

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS1_V01@A.dbb

Berechnung nach: (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		Löß	Tone
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	27.50	20.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	6.0	15.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	9.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		-4.00	-0.38	-0.37	0.38	0.38
		5.88				
z Gelände		-1.48	-1.48	-7.25	-7.25	0.00
		0.00				
z Schicht	Löß	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
		-8.00				
z Schicht	Tone	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00				

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-4.00	-15.00
5.88	-15.00

Lage von Bauwerken

Nummer	X _{von} [m]	X _{bis} [m]	Z _{von} [m]	Z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.38	0.38	-7.25	0.00	44.50

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	Z _Q	γ	ψ
1 G	240.0	0.9	3.9	-1.20	1.00	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.38 m bis 2.62 m, z von -3.00 m bis 2.00 m
 $\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,
mit Radius von R = 5.66 m bis 15.66 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -1.03 bis 2.03 m
Gleitkreis: $x_M = 0.50$ m, $z_M = -7.37$ m, R = 1.54 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-0.63	0.25	33.03	0.00	0.00	20.00	15.0	-47.13
-0.32	0.13	4.21	0.00	0.00	20.00	15.0	-32.08
-0.13	0.25	7.42	0.00	0.00	20.00	15.0	-24.03
0.13	0.25	7.86	0.00	0.00	20.00	15.0	-14.14
0.38	0.25	25.29	0.00	0.00	20.00	15.0	-4.67
0.63	0.25	42.51	0.00	0.00	20.00	15.0	4.67
0.88	0.25	42.30	24.00	0.00	20.00	15.0	14.14
1.12	0.25	41.87	60.00	0.00	20.00	15.0	24.03
1.38	0.25	41.16	60.00	0.00	20.00	15.0	34.75
1.62	0.25	40.06	60.00	0.00	20.00	15.0	47.13
1.87	0.25	38.12	60.00	0.00	20.00	15.0	63.61
2.02	0.03	5.04	8.40	0.00	27.50	6.0	81.34
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
-0.63						0.00	0.00
-0.32						6.73	-3.43
-0.13						10.84	-4.64
0.13						9.82	-2.95
0.38						17.77	-3.16
0.63						25.14	5.31
0.88						35.75	24.86
1.12						52.80	63.67
1.38						54.82	88.51
1.62						59.97	112.56

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 14

x_M

[m]

1.87

2.02

$R \cdot T_i$

[kNm/m]

74.64

17.08

$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$

[kNm/m]

134.91

20.39

Summen:

365.36

436.04

Einfluss von Bauwerken

Gewicht

Hebelarm

φ

ϑ

$M_{rückh.}$

$M_{abtr.}$

[kN/m]

[m]

[Grad]

[Grad]

[kNm/m]

[kNm/m]

44.50

-0.50

17.56

-19.01

25.42

-22.25

Kohäsionskraft im senkr. Bereich

Hebelarm

$M_{rückh.}$

[kN/m]

[m]

[kNm/m]

38.48

1.53

59.06

Einwirkungen $E_d = 413.79$ kN

Widerstände $R_d = 449.84$ kN

$E_d/R_d = 0.92 < 1.0$

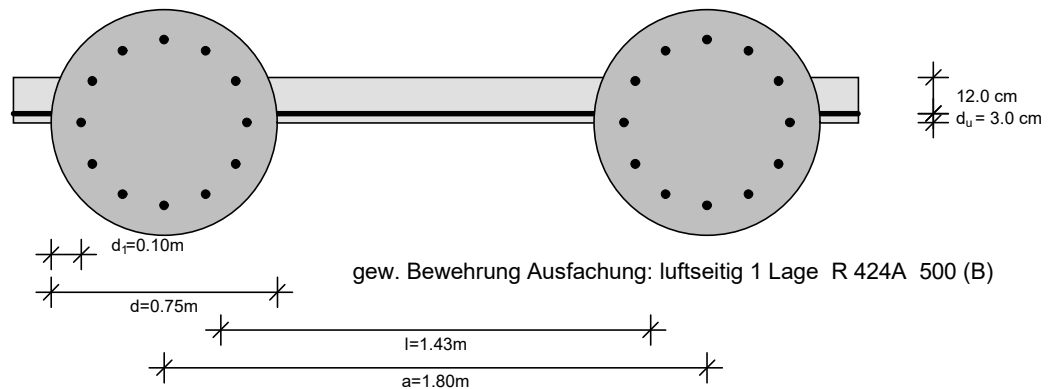
*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Bohrpfahlwand (bis 102.31 m)

Maßstab: 1:25

Bewehrter Pfahl Beton: C20/25 500 (B)

Betonausfachung: C20/25 $h_A=15.0\text{cm}$ 500 (B)



Maßgebende Schnittgrößen (je Pfahl):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten:

γ_F nach Nachweisverfahren 2

für Widerstände:

$\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 1.14$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = 40.51$ kN
	$V_d = 195.46$ kN
	bei $z = 6.29$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -274.39$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = -33.07$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 4.64$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 195.46$ kN im Aushub A
	zug. $M_d = 1.14$ kNm
	zug. $N_d = 40.51$ kN
	bei $z = 6.29$ m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Biegebemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Materialkennwerte: Beton C20/25 Stahl 500 (B)

Durchmesser $d = 0.75$ m, $d_1 = 0.10$ m, $EI = 465.95$ MNm² (pro Pfahl)

bei max. M ($z = 6.29$ m):	Betondehnung	=	-3.98 ‰
	Dehnung Bewehrung	=	25.00 ‰
	tot. ω	=	0.009
	erf. Gesamtbew. A_s	=	0.99 cm ² < Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm ²

gewählt: 12 Ø 16 mm = 24.13 cm²

bei min. M ($z = 4.64$ m):	Betondehnung	=	-3.50 ‰
	Dehnung Bewehrung	=	10.15 ‰
	tot. ω	=	0.193
	erf. Gesamtbew. A_s	=	22.23 cm ²

gewählt: 12 Ø 16 mm = 24.13 cm²

Lichter Stababstand = 126 mm

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

(Verfahren nach Bender & Mark)

bei max. V ($z = 6.29$ m):	$V_{Rd,max}$	=	767.93 kN	>	$V_d = 195.46$ kN
	$V_{Rd,c}$	=	98.74 kN	(mit $A_{sL} = 24.13$ cm ²)	
	Druckstrebenneig. ϑ	=	40.1°		
	Betondehnung	=	-3.98 ‰		
	Dehnung Bewehrung	=	25.00 ‰		
	$V_d - V_{Rd,c}$	=	96.73 kN		
	erf. Schubbew. A_{SW}	=	6.52 cm ² /m Pfahl		

gewählt: $\varnothing$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = 7.86 cm²/m

Lichter Stababstand = 190 mm

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe	Moment M_d bzw. M_k	Normalkraft N_d bzw. N_k	Querkraft V_d	Biegebewehrung	Schubbewehrung
[m]	[kNm]	[kN]	[kN]	[cm ²]	[cm ² /m]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 #	6.23
0.25	-0.04	-3.35	0.43	0.00 #	6.23
0.50	-0.29	-6.78	1.72	0.00 #	6.23
0.75	-0.97	-10.28	3.88	0.00 #	6.23
1.00	-2.27	-13.80	6.84	0.00 #	6.23
1.25	-4.49	-17.52	10.77	0.00 #	6.23
1.50	-6.94	-18.18	18.98	0.02** #	6.23
1.75	-16.67	-29.82	50.94	0.37 #	6.23
2.00	-32.78	-36.56	77.00	1.27 #	6.23
2.25	-54.68	-42.04	97.16	2.64 #	6.23
2.50	-80.88	-46.26	111.46	4.46 #	6.23
2.75	-109.93	-49.28	120.03	6.70 #	6.23
3.00	-140.26	-51.08	122.86	9.22 #	6.23
3.25	-170.89	-51.69	119.97	11.91 #	6.23
3.50	-199.92	-51.08	111.35	14.59 #	6.23
3.75	-226.08	-49.28	97.01	17.08 #	6.23
4.00	-247.95	-46.26	76.93	19.29 #	6.23
4.25	-264.07	-42.04	51.13	21.01 #	6.23
4.50	-273.04	-36.61	19.61	22.01 #	6.23
4.64	-274.39	-33.07	0.00	22.23	6.23
4.75	-273.40	-29.98	8.82	22.15	6.23
5.00	-263.73	-22.14	30.31	21.38 #	6.23
5.25	-242.61	-13.09	54.67	19.51 #	6.23
5.50	-208.59	-2.84	81.89	16.47 #	6.23
5.75	-160.24	8.62	111.97	12.30 #	6.23
6.00	-96.14	21.28	144.91	7.17 #	6.23
6.25	-13.34	41.72	187.12	1.76** #	6.23
6.29	1.14	40.51	195.46	0.99 #	6.52

** = Moment/Normalkraft 1.0-fach maßgebend (N verteilt auf alle Pfähle)

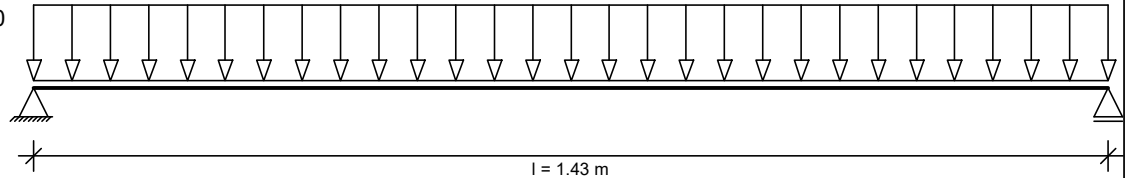
= Biegebewehrung < Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm²

Bemessung der Spritzbetonausfachung auf Biegung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Pfahlabstand $a = 1.80 \text{ m}$
 Stützweite $l = 1.43 \text{ m}$

Statisches System:

Maßstab: 1:10



Maßgebende Belastung bei $z = 1.48$ im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 11.34 \text{ kN/m}^2$
 aus blockförmigen Auflasten $p = 88.80 \text{ kN/m}^2$

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 11.34 + 88.80) = 96.35 \text{ kN/m}^2$

Bemessungsschnittgrößen: $\text{Max } M_{\text{ed}} = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 96.35 \cdot 1.43^2 / 8 = 19.57 \text{ kNm/m}$
 (mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung:

Beton: C20/25 $d = 15.00 \text{ cm}$ $d_u = 3.00 \text{ cm}$ Bewehrung: 500 (B)

Betondehnung $= -3.50 \text{ ‰}$ Dehnung Bewehrung $= 18.57 \text{ ‰}$

erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

gewählt: keine

erf. Zugbewehrung: $A_{s2} = 3.88 \text{ cm}^2/\text{m}$ (luftseitig)

gewählt: 1 Lage R 424A = 4.24 cm²/m

Bemessung der Spritzbetonausfachung als Gewölbe

Maßgebende Belastung bei $z = 1.48$ im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 11.34 \text{ kN/m}^2$
 aus blockförmigen Auflasten $p = 88.80 \text{ kN/m}^2$

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 11.34 + 88.80) = 96.35 \text{ kN/m}^2$

Ausfachung:

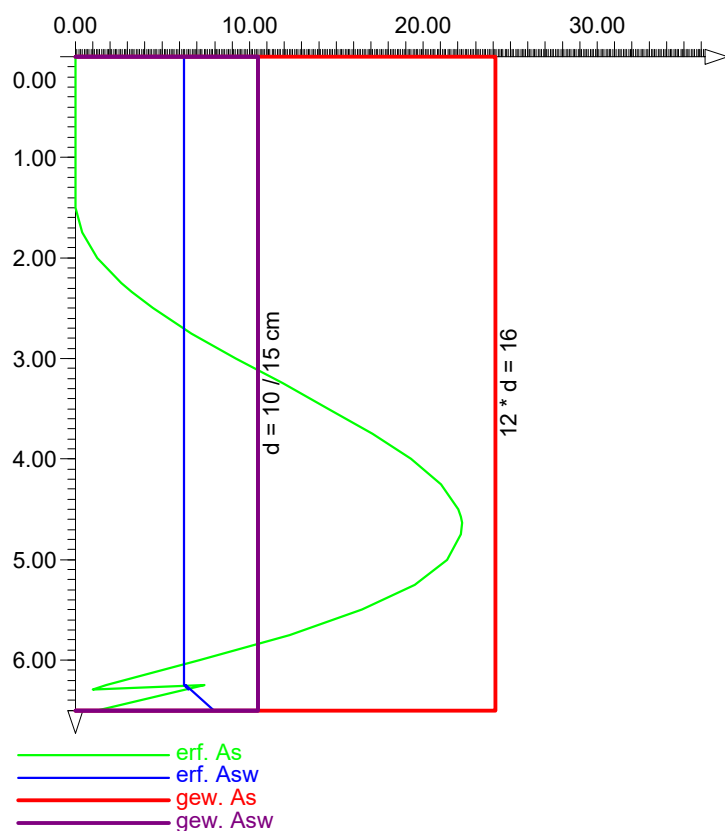
Stich	$f = 0.08 \text{ m}$
Stützweite	$l = 1.80 \text{ m}$
Gewölberadius	$R = 5.44 \text{ m}$
Gewölbedicke	$d_G = 0.08 \text{ m}$
Randwinkel	$\varphi = 9.53^\circ$

Gewölbekraft $H_G = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = 520.32 \text{ kN/m}$

Spannungsnachweis: zul. $\sigma_D = 9.33 \text{ MN/m}^2$ (C20/25)

vorh. $\sigma_D = 6.94 \text{ MN/m}^2 < 9.33$

Sicherheit gegen Herausgleiten: $\tan(45^\circ) / \tan(9.53^\circ) = 5.96$



Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Hinweise / Ergebnisse zur Berechnung RTWALLS

- Bohrpfahlwand, aufgelöst:

gewählt: $D = 75 \text{ cm}$, Abstand $a = 1,8 \text{ m}$, Länge $7,28 \text{ m}$

Ergebnis der Bohrpfahlwandbemessung (Seite 5.1.17 ff.).

- Pfahlbiegebemessung (Seite 5.1.17):

gewählt: $12 \times D = 16 \text{ mm}$, $A_{s, \text{erf}} = 22,23 \text{ cm}^2$, vorh. $A_s = 24,13 \text{ cm}^2$

- Schubbemessung Pfahl (Seite 5.1.18):

Wendel $D = 10 \text{ mm}$ / $s = 20 \text{ cm}$, erf. $a_{s, w} = 6,52 \text{ cm}^2/\text{m}$, gew. $a_{s, w} = 7,86 \text{ cm}^2/\text{m}$

- Bemessung der Spritzbetonausfachung (Seite 5.1.19):

gewählt: 1 Lage luftseitig: Matte R 424A
Spritzbetonstärke $d = 15,0 \text{ cm}$

Die Einbindung wird für den Schnitt gewählt:

gewählt: $t = 5,80 \text{ m}$

5.2 Schnitt QS 2

Zur Ausführung kommt eine freiauskragende, aufgelöste Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung als temporäre Baugrubensicherung.

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Ergänzende Hinweise werden in der planerischen Querschnittszeichnung skizziert.

Für die Berechnung des Bohrträgerverbaus mit RTWALLS werden folgende Ansätze gewählt:

- aufgelöste Bohrpfahlwand
 $D = 75 \text{ cm}$, $a = 1,80 \text{ m}$

Ansatz einer Verkehrslast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last.

Belastung aus Bestandsgebäude (s. Anlage 1):

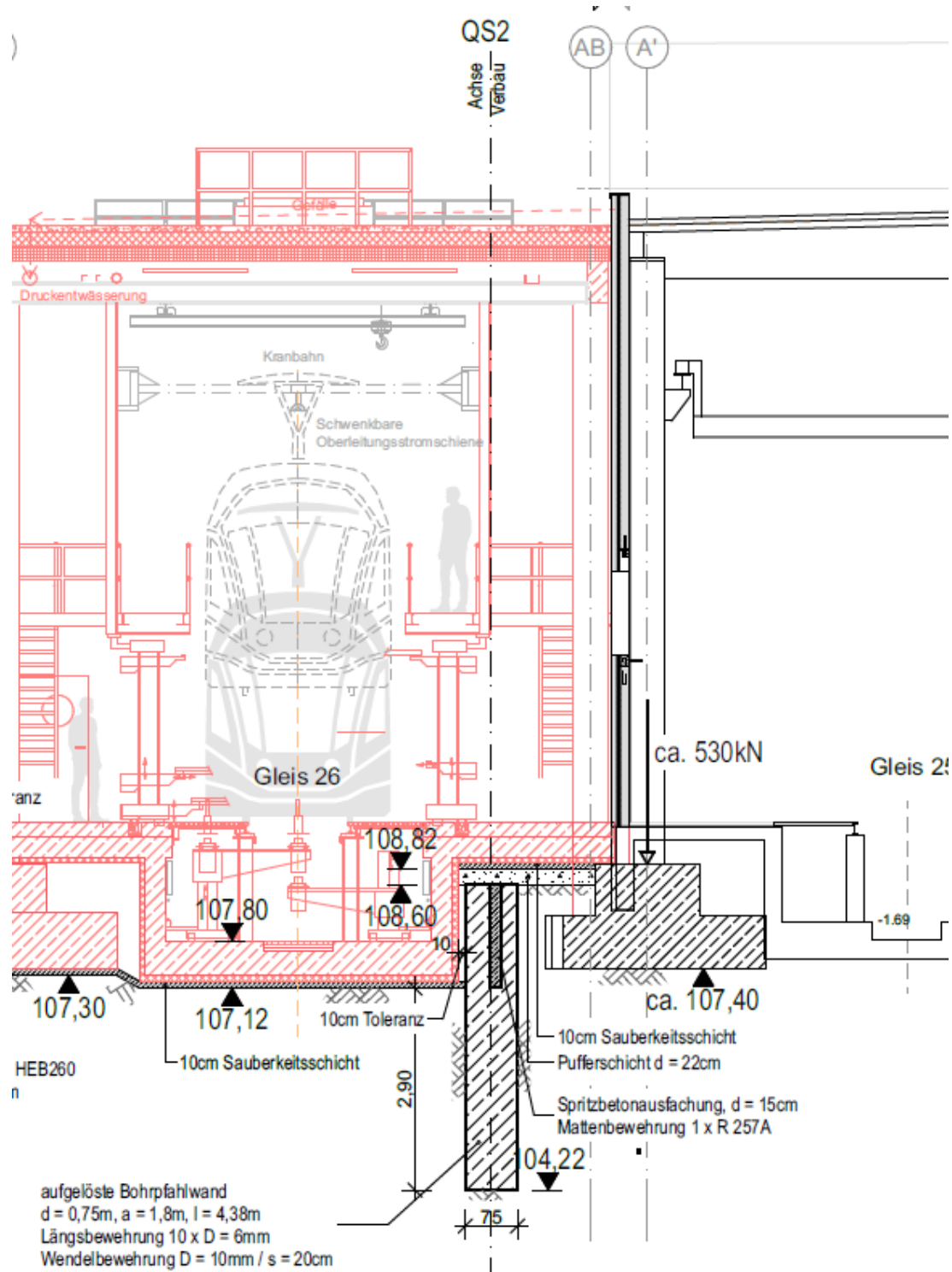
$$V_{g+q} = 406 \text{ kN}$$

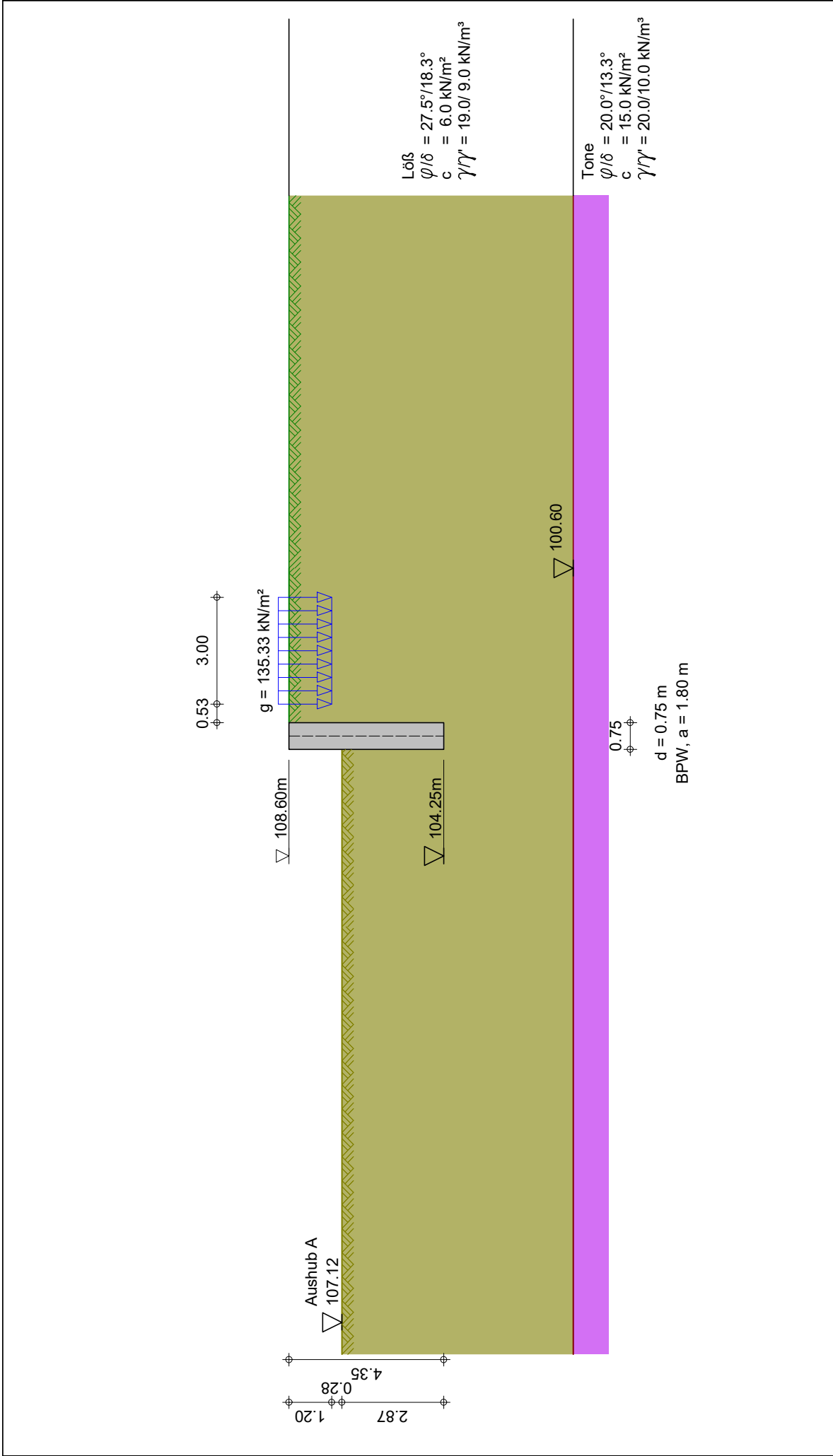
- Die Schichtenabfolge wird vereinfacht auf Grundlage der Bohrung BS 3 angesetzt.

Besonderheiten:

- Die Wahl des Verbauträgers sowie des Trägerabstandes erfolgt aus konstruktiven Gründen zur Begrenzung der Verbauverformungen.
- Anordnung einer Pufferschicht von 30 cm über dem Pfahlkopf zur Vermeidung eines direkten Auflagers für die spätere Bodenplatte.

Systemquerschnitt QS 2





Seite	1
Übersicht	
Maßstab	1 : 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS2_V01.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Bindiger Boden
Geländeoberkante auf 108.60 m
Grundwasserstand 93.60 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	a [m]
				EI [MN*m ²]		
1	Bohrpfahlwand	0.00	0.00	30000.00	2454.40	25.00
		0.00	11.00	8.6286E+05	75.00	1.80
				258.86		

Erdschichtwerte

			Löß	Tone
Schichthöhe	h	[m]	8.00	92.00
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	20.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.33	13.33
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-18.33	-13.33
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	6.0	15.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	6.0	15.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	10.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.04	0.06
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.80	1.10

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.311	0.426
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.538	0.658
Angesetzt: 50% K_{agh} + 50% K_0			0.425	0.542
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 3$				
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.981	1.180
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.311	0.426
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.538	0.658
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	4.697	2.811
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.957	4.059
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	4.697	2.811

LFK-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	135.33	0.90	3.90	1.20	0

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 3

LF-Komb. 1

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 4

LF-Komb. 1

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.36	0.037	2.483	2.483	0.000
1.00	0.279	6.782	6.782	0.000
1.47	0.610	10.033	10.033	0.000
1.47	0.610	53.588	10.033	43.555
2.34	7.640	57.393	15.933	41.460
6.14	42.933	78.867	46.603	32.263
6.14	42.933	46.603	46.603	0.000
8.00	53.985	61.597	61.597	0.000
8.00	53.985	73.542	73.542	0.000
11.00	75.264	106.066	106.066	0.000
11.00	75.264	106.066	106.066	0.000
15.00	117.775	149.431	149.431	0.000
15.00	117.775	149.431	149.431	0.000
100.00	3017.115	610.183	610.183	0.000
100.00	3017.115	610.183	610.183	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
Mindesterdruk mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	5
Aushub	A
LF-Komb.	1

Aushub Nr. A

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
1.98	11.90
2.98	26.32
3.88	-0.52
3.79	5.09
3.82	3.31
3.85	1.44
3.87	0.14
3.88	-0.52

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
8.000	-18.333	-15.323
11.000	-13.333	-11.144
15.000	-13.333	-11.144
100.000	-13.333	-11.144
Gesamtsumme V (char.)	-7.50 kN/m	0.22 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.480	0.000	1.480	0.000
1.480	-32.054	1.480	-24.657
3.870	-225.708	3.870	-173.622
Summe $E_{ph,k}$	-308.027 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-236.943 kN/m

Tiefenzuschlag nach EAB (EB26) = $0.2 \cdot 2.40 \text{ m} = 0.48 \text{ m}$
Gesamtlänge der Wand: 4.35 m, Einbindetiefe t = 2.87 m
(einschl. Tiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 1.48 m, Wasserstand = 15.00 m
Fußstützkraft: $E_d = 237.10 \text{ kN}$ = $R_d = 236.94 \text{ kN}$
Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -65.75 \text{ kN}$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	0.4	0.00	0.00		

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	6
Aushub	A
LF-Komb.	1

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.365	2.48	0.3	-0.06	-0.45		
0.996	6.78	0.2	-1.12	-3.38		
1.473	10.03	0.2	-3.63	-7.39		
1.473	53.59					
1.480	53.62	0.2	-3.68	-7.75		
1.480	32.00					
1.761	17.86	0.1	-6.94	-14.76		
2.340	-11.20	0.1	-16.85	-16.69		
2.967	-41.96	0.0	-23.09	0.00	M	
2.974	-42.30	0.0	-23.09	0.29		
3.870	-86.19	0.0	0.00	57.83		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. A	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	57.83	zugM	0.00
	minM	-23.09	zugQ	0.00,	minQ	-16.69	zugM	-16.85
	maxw	0.4 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	6.14	0.00
0.365	6.34	-2.27
0.996	6.70	-6.39
1.473	6.96	-9.65
1.473	14.18	-9.65
1.480	14.18	-9.75
1.480	8.26	-9.75
1.761	4.09	-11.48
2.340	-4.48	-11.37
2.967	-13.51	-5.71
2.974	-13.61	-5.63
3.870	-26.51	12.33

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	20.84	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandengewicht:	23.75	
Fußersatzkraft:	($1/2 C_v$)	(δ_c)
Summe:	49.25	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	49.00

Nachweis: $V_k = 49.25 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 49.00 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	7
Aushub	A
LF-Komb.	1

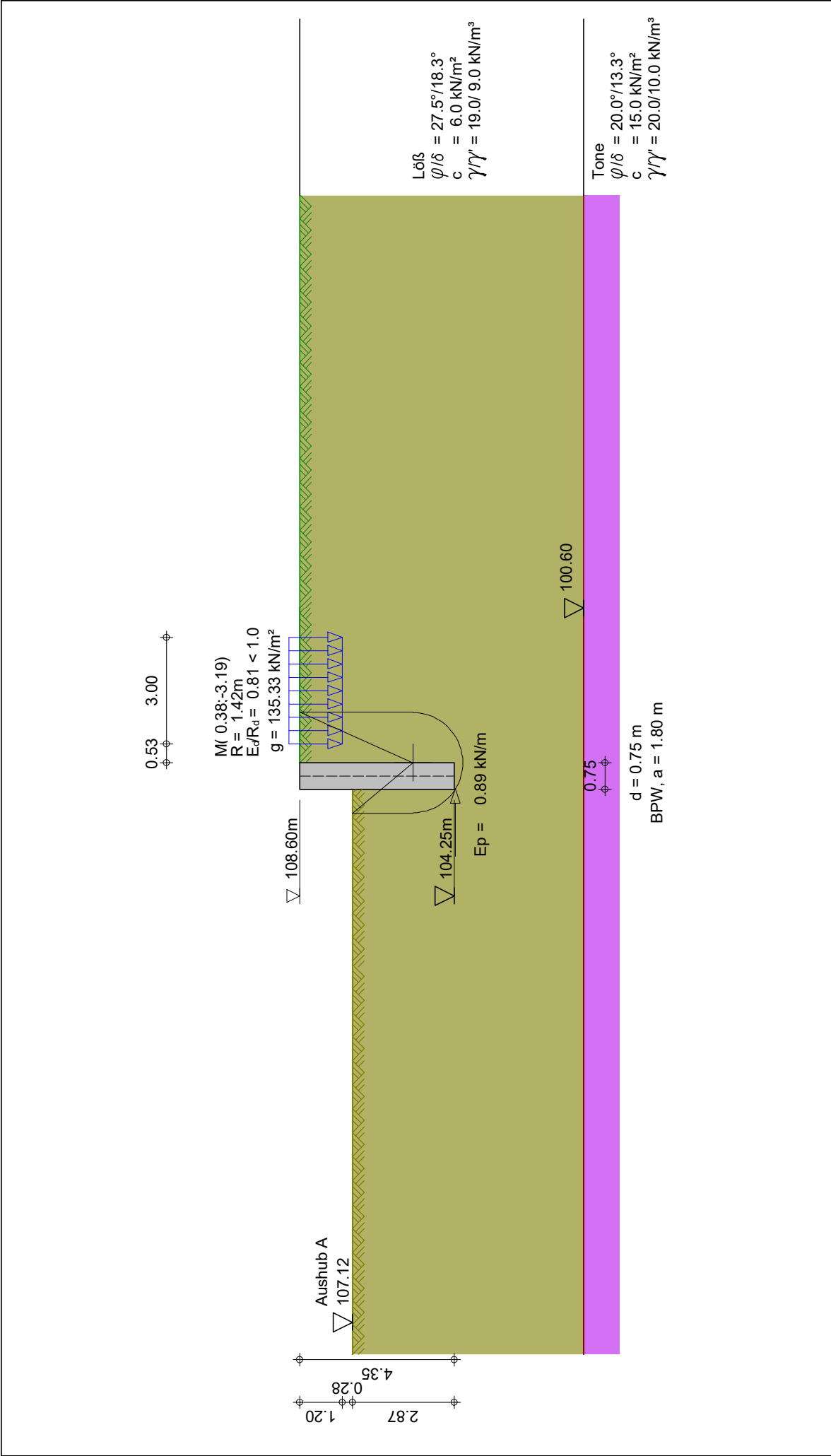
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	25.01	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wand Eigengewicht:	28.50	
Fußersatzkraft: (1/2 C_v)	-5.31	(δ_c)
Summe:	48.20	

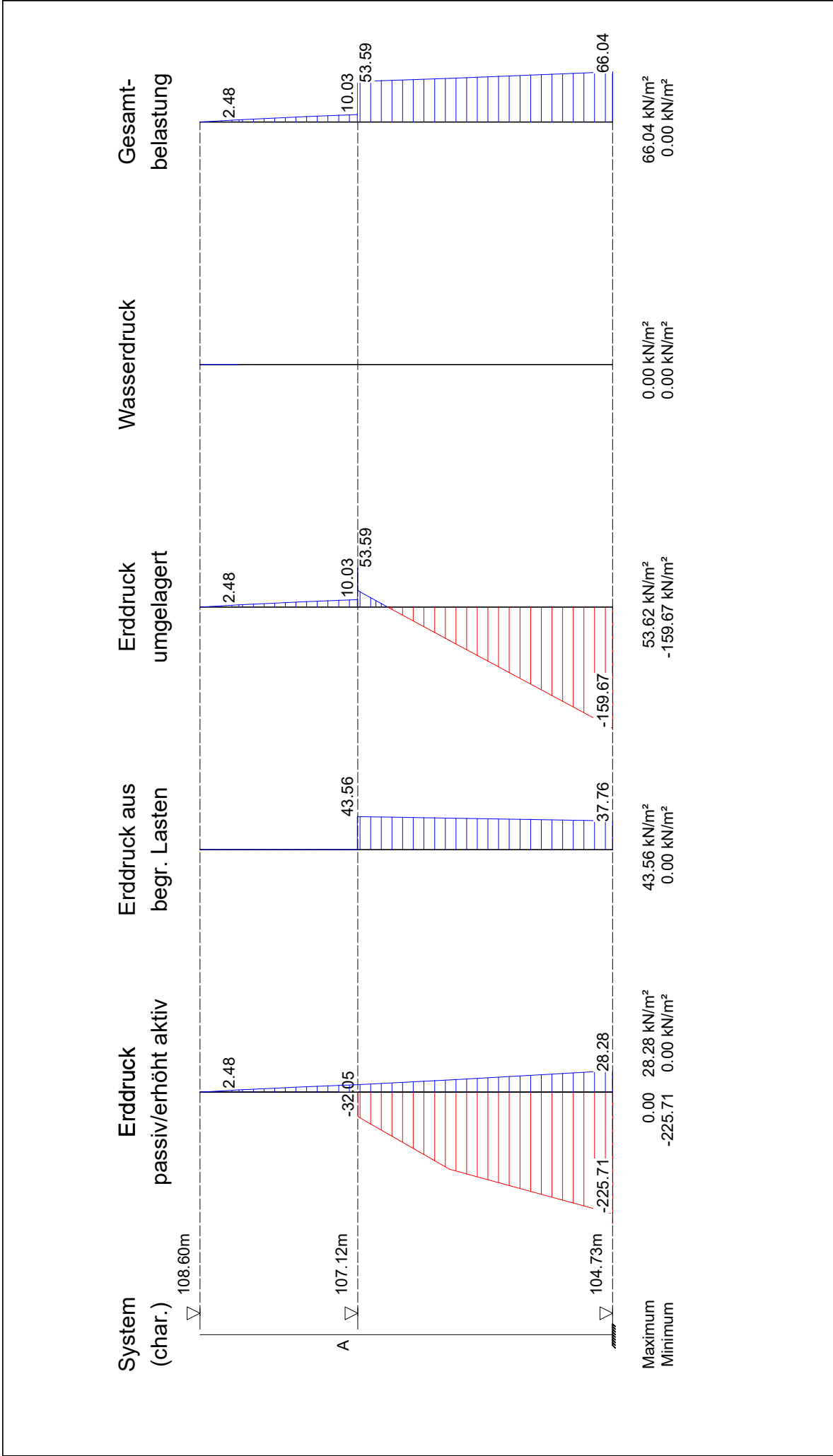
Widerstände:	R_d [kN/m]	
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	2454.4	
Anpassungsfaktor für Spitzendruck (EB 85):	0.945	
Spitzendruck:	132.54	
Mantelreibung:	44.69	
Summe:	177.23	

Nachweis: $V_d = 48.20 \text{ kN/m} \leq R_d = 177.23 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

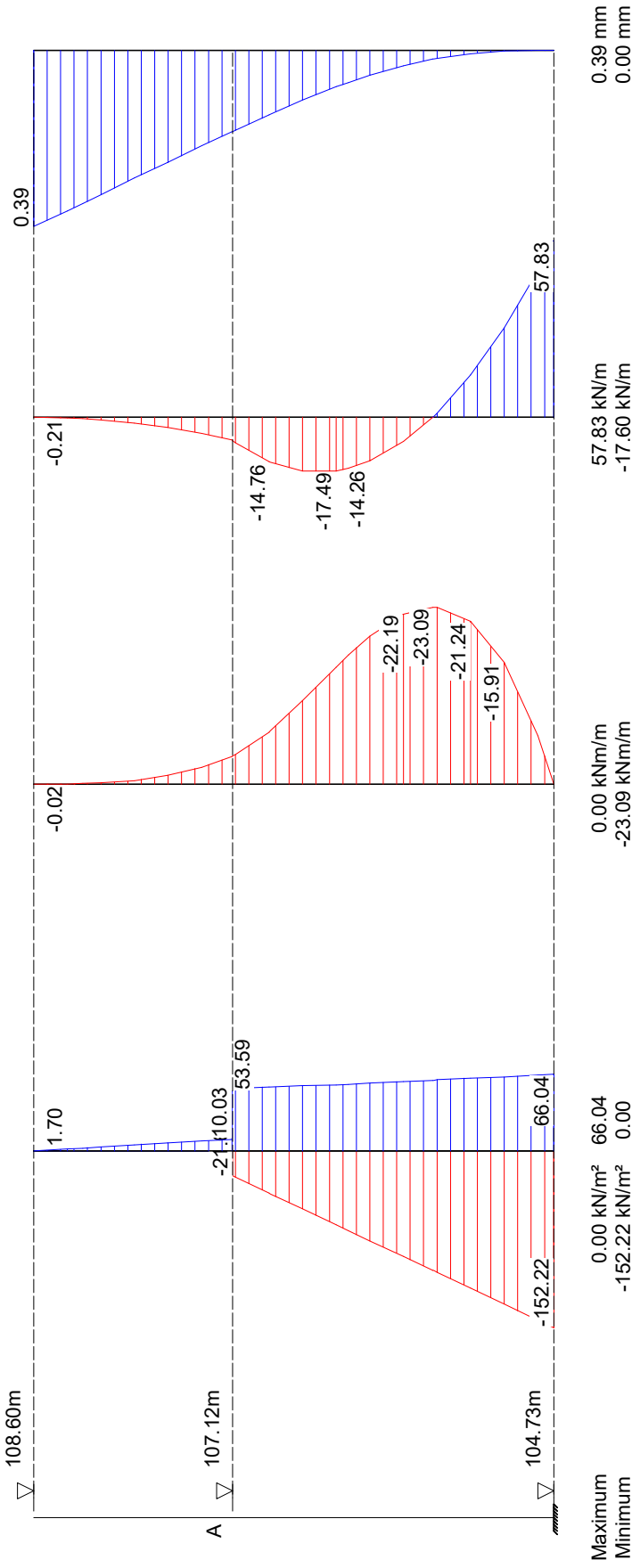


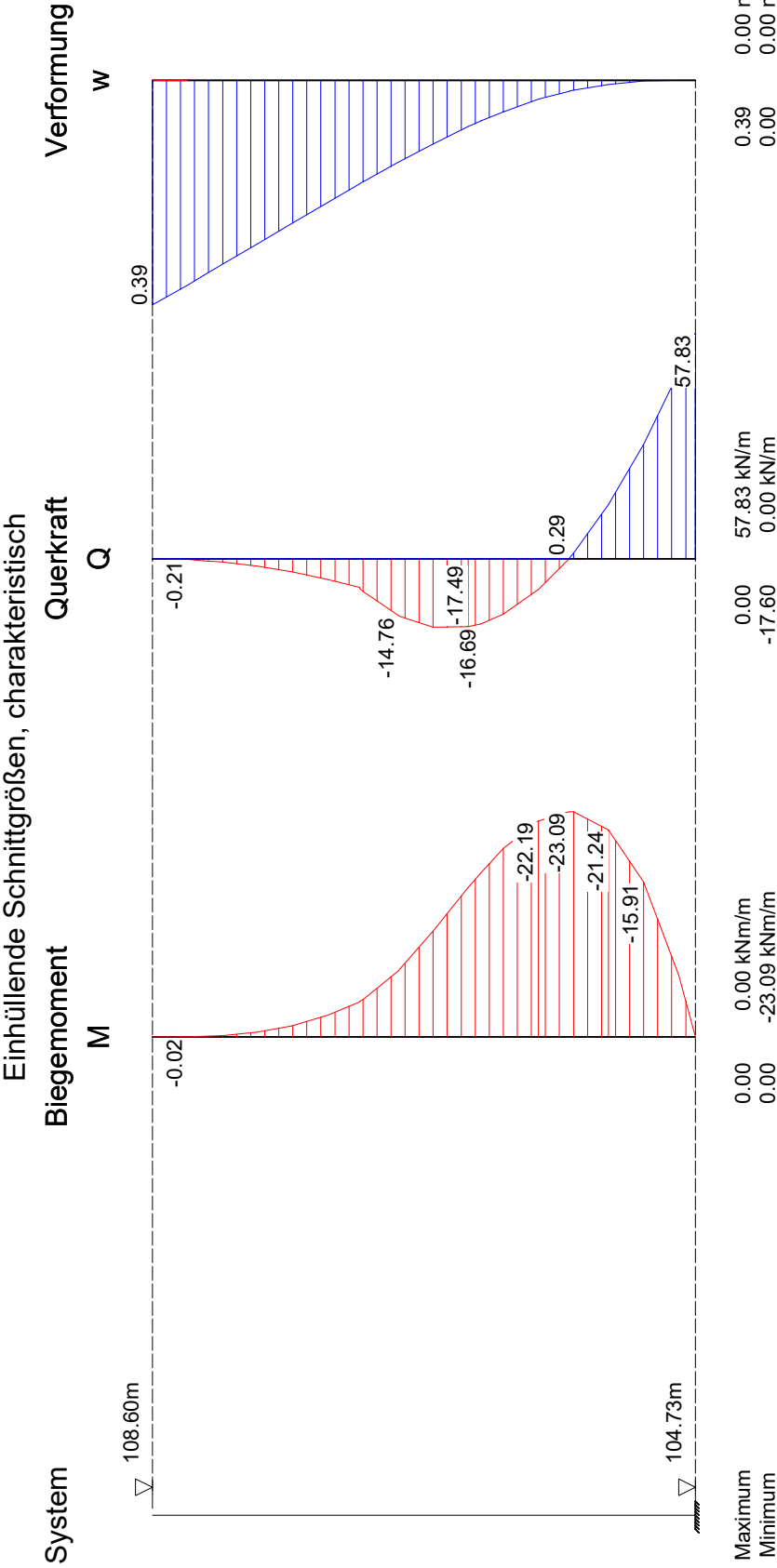
Seite	8
Aushub	A
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 150



Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch

System	Belastung / mob. Widerst.	Biegemoment M	Querkraft Q	Verformung w
--------	------------------------------	------------------	----------------	-----------------





Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Geländebruch-Nachweis, Aushub A

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS2_V01@A.dbb

Berechnung nach: (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		Löß	Tone
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	27.50	20.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	6.0	15.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	9.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]	-2.87	-0.38	-0.37	0.38	0.38
	5.88				
z Gelände	-1.48	-1.48	-4.35	-4.35	0.00
	0.00				
z Schicht	Löß	-8.00	-8.00	-8.00	-8.00
	-8.00				
z Schicht	Tone	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
	-1000.00				

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-2.87	-15.00
5.88	-15.00

Lage von Bauwerken

Nummer	X _{von} [m]	X _{bis} [m]	Z _{von} [m]	Z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.38	0.38	-4.35	0.00	26.69

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 G	135.3	0.9	3.9	-1.20	1.00	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.38 m bis 2.62 m, z von -3.00 m bis 2.00 m
 $\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,
mit Radius von R = 2.92 m bis 12.92 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -1.04 bis 1.79 m
Gleitkreis: $x_M = 0.38$ m, $z_M = -3.19$ m, R = 1.42 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-0.31	0.11	0.18	0.00	0.00	27.50	6.0	-28.65
-0.13	0.25	0.78	0.00	0.00	27.50	6.0	-20.62
0.13	0.25	1.10	0.00	0.00	27.50	6.0	-10.14
0.38	0.25	11.54	0.00	0.00	27.50	6.0	0.00
0.63	0.25	21.77	0.00	0.00	27.50	6.0	10.14
0.88	0.25	21.44	13.53	0.00	27.50	6.0	20.62
1.12	0.25	20.85	33.83	0.00	27.50	6.0	31.88
1.38	0.25	19.89	33.83	0.00	27.50	6.0	44.77
1.62	0.25	18.19	33.83	0.00	27.50	6.0	61.68
1.77	0.04	2.91	6.09	0.00	27.50	6.0	79.79
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
-0.31						1.34	-0.12
-0.13						2.92	-0.39
0.13						2.79	-0.28
0.38						9.27	0.00
0.63						15.10	5.44
0.88						22.82	17.49
1.12						35.42	41.01
1.38						37.49	53.72
1.62						44.10	65.03
1.77						11.30	12.58

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 14

Summen:

182.53

194.48

Einfluss von Bauwerken

Gewicht	Hebelarm	φ	ψ	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
26.69	-0.38	24.35	-15.31	19.79	-10.01

Ansatz des Erdwiderstands bei x = -0.36 m:

Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.89	1.19	0.00	0.00	1.06	0.00

Kohäsionskraft im senkr. Bereich

[kN/m]	Hebelarm	$M_{\text{rückh.}}$
[kN/m]	[m]	[kNm/m]
16.63	1.42	23.62

Einwirkungen $E_d = 184.47 \text{ kN}$

Widerstände $R_d = 227.00 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.81 < 1.0$

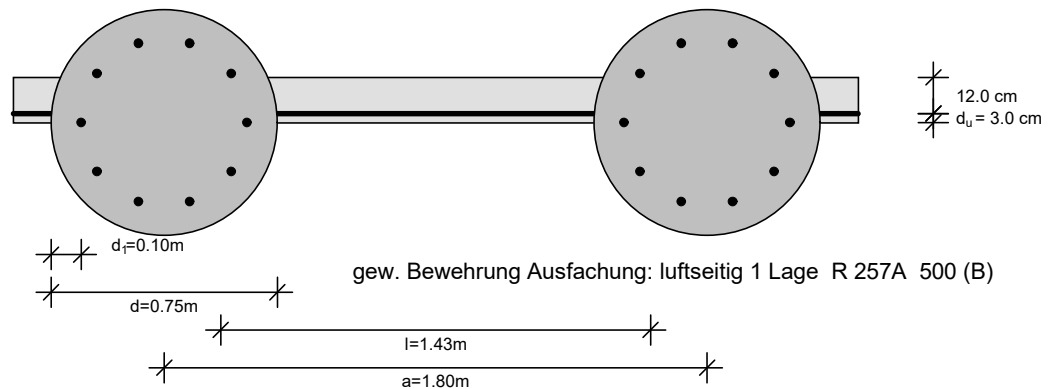
*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Bohrpfahlwand (bis 104.73 m)

Maßstab: 1:25

Bewehrter Pfahl Beton: C20/25 500 (B)

Betonausfachung: C20/25 $h_A=15.0\text{cm}$ 500 (B)



Maßgebende Schnittgrößen (je Pfahl):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2

für Widerstände: $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 0.00$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = 0.00$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 0.00$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -47.35$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = -14.21$ kN
	$V_d = 1.31$ kN
	bei $z = 3.00$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 59.18$ kN im Aushub A
	zug. $M_d = -0.25$ kNm
	zug. $N_d = 20.55$ kN
	bei $z = 3.87$ m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Biegebemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Materialkennwerte: Beton C20/25 Stahl 500 (B)

Durchmesser $d = 0.75$ m, $d_i = 0.10$ m, $EI = 465.95$ MNm² (pro Pfahl)

bei max. M ($z = 0.00$ m):	Betondehnung	=	-2.00 ‰	
	Dehnung Bewehrung	=	-2.00 ‰	
	tot. ω	=	0.000	
	erf. Gesamtbew. A_s	=	0.00 cm ²	< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm ²

gewählt: 10 $\varnothing$ 6 mm = 2.83 cm²

bei min. M ($z = 3.00$ m):	Betondehnung	=	-2.68 ‰	
	Dehnung Bewehrung	=	25.00 ‰	
	tot. ω	=	0.024	
	erf. Gesamtbew. A_s	=	2.75 cm ²	< Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm ²

gewählt: 10 $\varnothing$ 6 mm = 2.83 cm²

Lichter Stababstand = 164 mm

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

(Verfahren nach Bender & Mark)

bei max. V ($z = 3.87$ m): $V_{Rd,max} = 767.45$ kN $> V_d = 59.18$ kN
 $V_{Rd,c} = 40.14$ kN (mit $A_{sL} = 2.83$ cm²)
 Druckstrebenneig. $\varphi = 39.9^\circ$
 Betondehnung $= -3.00$ ‰
 Dehnung Bewehrung $= 25.00$ ‰
 $V_d - V_{Rd,c} = 19.04$ kN
 erf. Schubbew. $A_{sW} = 6.23$ cm²/m Pfahl (Mindestbewehrung)

gewählt: $\varnothing$ 10 mm, Ganghöhe 20 cm = 7.86 cm²/m

Lichter Stababstand = 190 mm

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d bzw. M_k [kNm]	Normalkraft N_d bzw. N_k [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebewehrung [cm ²]	Schubbewehrung [cm ² /m]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 #	6.23
0.25	-0.04	-3.35	0.43	0.00 #	6.23
0.50	-0.29	-6.78	1.72	0.00 #	6.23
0.75	-0.97	-10.28	3.88	0.00 #	6.23
1.00	-2.27	-13.80	6.84	0.00 #	6.23
1.25	-4.49	-17.52	10.77	0.00 #	6.23
1.50	-6.92	-17.83	17.01	0.03** #	6.23
1.75	-13.76	-24.93	29.80	0.30 #	6.23
2.00	-22.14	-26.55	36.12	0.80 #	6.23
2.12	-26.52	-26.65	36.86	1.08 #	6.23
2.25	-31.29	-26.26	35.99	1.40 #	6.23
2.50	-39.60	-24.09	29.42	2.00 #	6.23
2.75	-45.47	-20.07	16.55	2.49 #	6.23
2.97	-47.39	-14.99	0.00	2.74 #	6.23
3.00	-47.35	-14.21	1.31	2.75 #	6.23
3.25	-43.64	-6.51	14.03	2.67 #	6.23
3.50	-32.79	3.04	29.91	2.15 #	6.23
3.75	-13.21	14.43	48.93	1.13 #	6.23
3.87	0.00	22.20	59.18	0.49** #	6.23

** = Moment/Normalkraft 1.0-fach maßgebend (N verteilt auf alle Pfähle)

= Biegebewehrung < Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm²

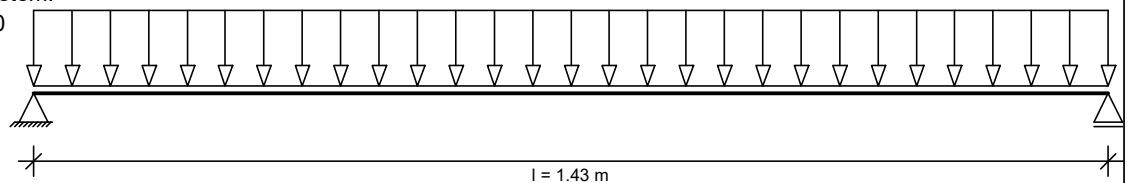
Bemessung der Spritzbetonausfachung auf Biegung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Pfahlabstand $a = 1.80$ m

Stützweite $l = 1.43$ m

Statisches System:

Maßstab: 1:10



Maßgebende Belastung bei $z = 1.48$ im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 11.34$ kN/m²
 aus blockförmigen Auflasten $p = 50.07$ kN/m²

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 11.34 + 50.07) = 57.63$ kN/m²

Bemessungsschnittgrößen: $\text{Max } M_l = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 57.63 \cdot 1.43^2 / 8 = 11.70 \text{ kNm/m}$
 (mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton: C20/25 $d = 15.00 \text{ cm}$ $d_u = 3.00 \text{ cm}$ Bewehrung: 500 (B)
 Betondehnung = -2.74 ‰ Dehnung Bewehrung = 25.00 ‰
 erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

gewählt: keine

erf. Zugbewehrung: $A_{s2} = 2.22 \text{ cm}^2/\text{m}$ (luftseitig)

gewählt: 1 Lage Q 257A = 2.57 cm²/m

Bemessung der Spritzbetonausfachung als Gewölbe

Maßgebende Belastung bei $z = 1.48$ im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 11.34 \text{ kN/m}^2$
 aus blockförmigen Auflasten $p = 50.07 \text{ kN/m}^2$

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 11.34 + 50.07) = 57.63 \text{ kN/m}^2$

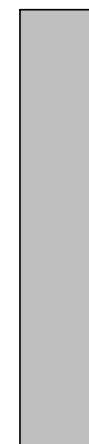
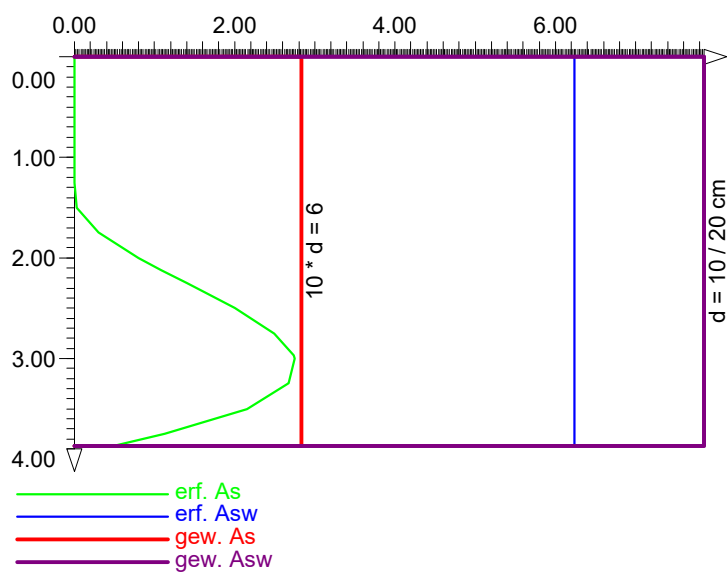
Ausfachung: Stich $f = 0.08 \text{ m}$
 Stützweite $l = 1.80 \text{ m}$
 Gewölberadius $R = 5.44 \text{ m}$
 Gewölbedicke $d_G = 0.08 \text{ m}$
 Randwinkel $\varphi = 9.53^\circ$

Gewölbekraft $H_G = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = 311.19 \text{ kN/m}$

Spannungsnachweis: zul. $\sigma_D = 9.33 \text{ MN/m}^2$ (C20/25)

vorh. $\sigma_D = 4.15 \text{ MN/m}^2 < 9.33$

Sicherheit gegen Herausgleiten: $\tan(45^\circ) / \tan(9.53^\circ) = 5.96$



0.75

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Hinweise / Ergebnisse zur Berechnung RTWALLS

- Bohrpfahlwand, aufgelöst:

gewählt: $D = 75 \text{ cm}$, Abstand $a = 1,8 \text{ m}$, Länge $4,38 \text{ m}$

Ergebnis der Bohrpfahlwandbemessung (Seite 5.2.17 ff.).

- Pfahlbiegebemessung (Seite 5.2.17):

gewählt: $10 \times D = 6 \text{ mm}$, $A_{s, \text{erf}} = 2,75 \text{ cm}^2$, vorh. $A_s = 2,83 \text{ cm}^2$

- Schubbemessung Pfahl (Seite 5.2.18):

Wendel $D = 10 \text{ mm}$ / $s = 20 \text{ cm}$, erf. $a_{s, w} = 6,23 \text{ cm}^2/\text{m}$, gew. $a_{s, w} = 7,86 \text{ cm}^2/\text{m}$

- Bemessung der Spritzbetonausfachung (Seite 5.2.19):

gewählt: 1 Lage luftseitig: Matte R 257A
Spritzbetonstärke $d = 15,0 \text{ cm}$

Die Einbindung wird für den Schnitt gewählt:

gewählt: $t = 2,90 \text{ m}$

5.3 Schnitt QS 3

Zur Ausführung kommt ein Bohrträgerverbau mit Spritzbetonausfachung als temporäre Baugrubensicherung. Die obersten 0,5 m werden mit Holz ausgefacht.

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Ergänzende Hinweise werden in der planerischen Querschnittszeichnung skizziert.

Für die Berechnung des Bohrträgerverbaus mit RTWALLS werden folgende Ansätze gewählt:

- Bohrträgerverbau
- Träger HEB 260, Bohrdurchmesser 60 cm
- a = 2,00 m

Ansatz einer Verkehrslast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last.

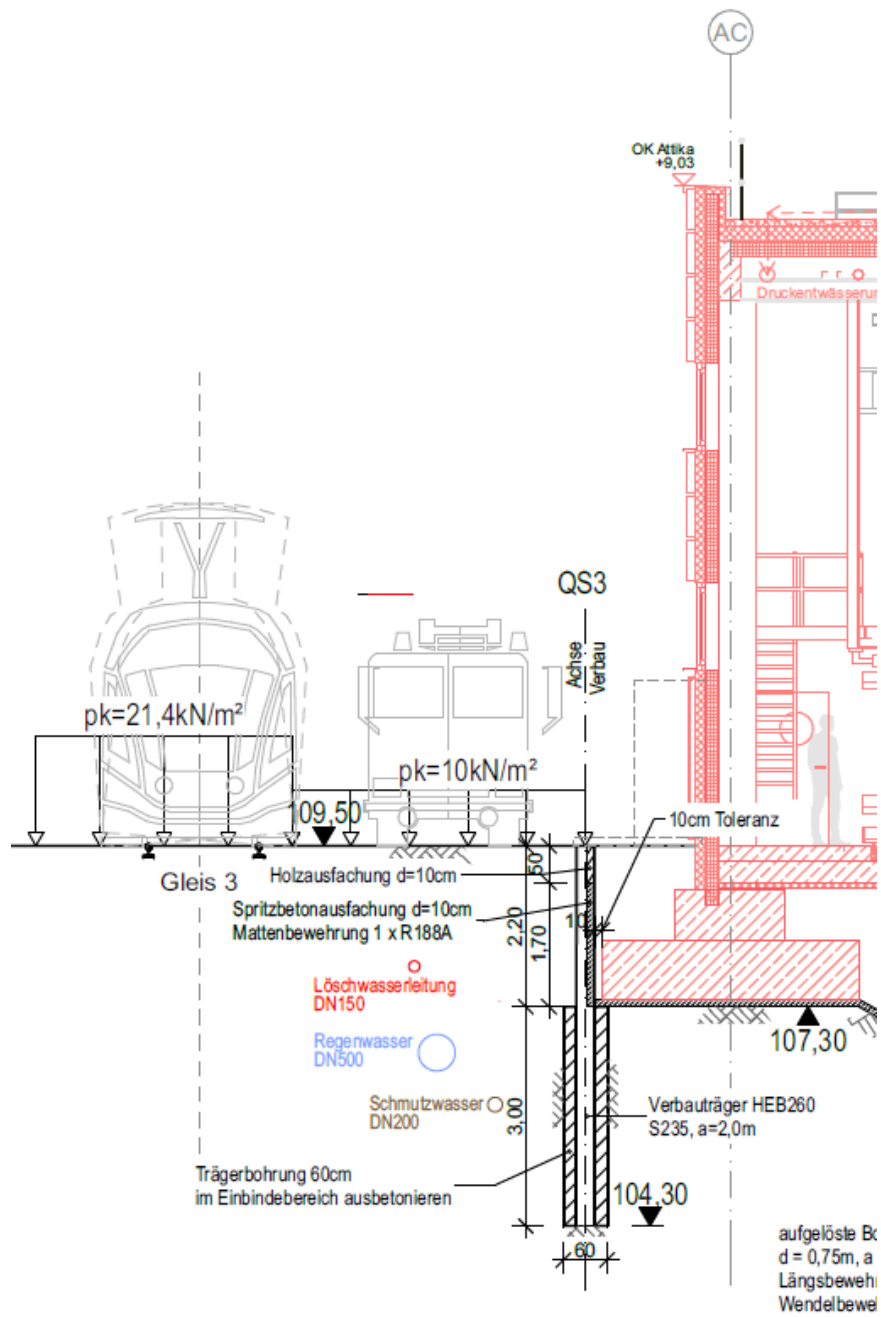
Ansatz Schienenverkehr gem. Abschnitt 3.1.

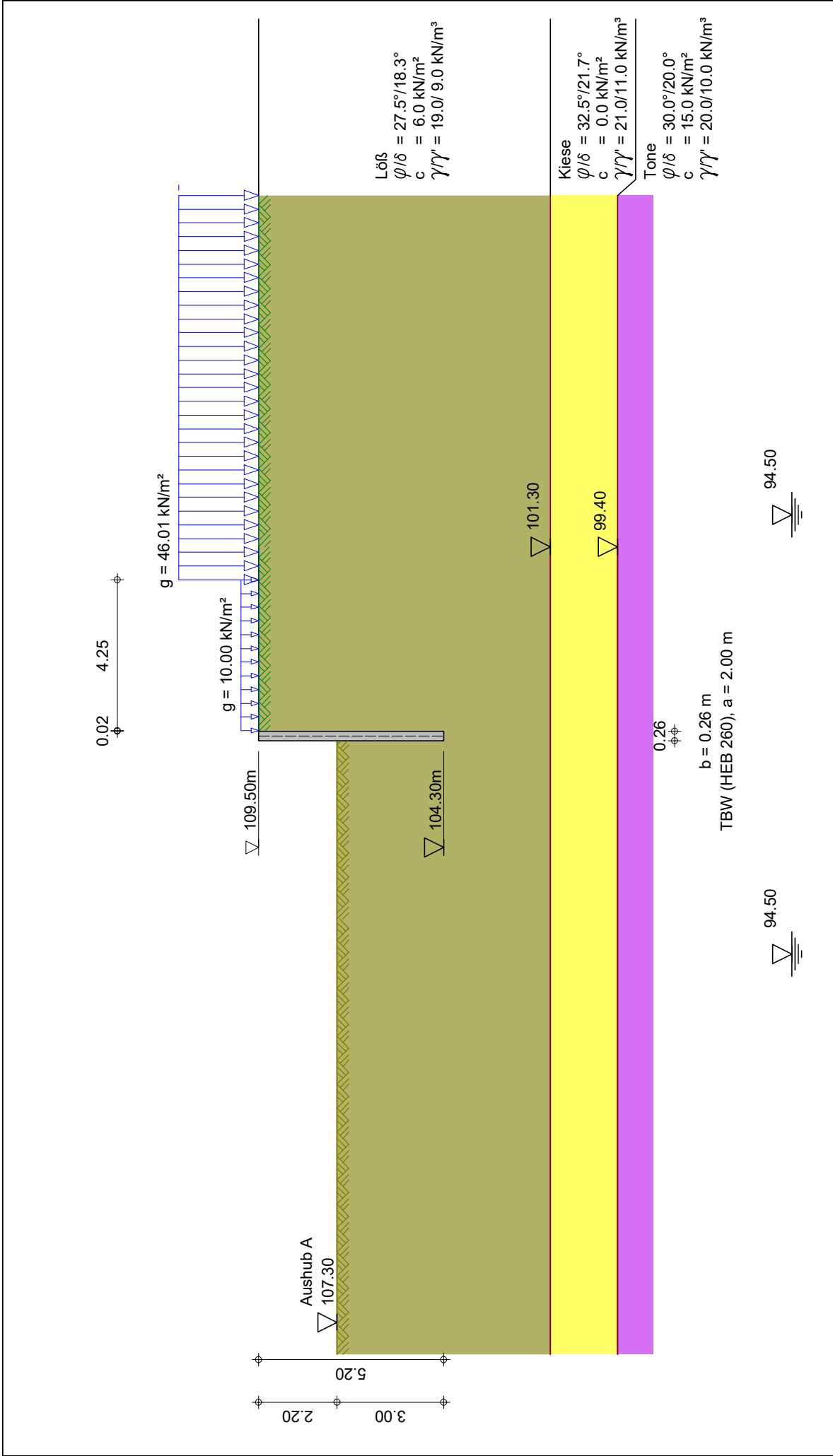
- Die Schichtenabfolge wird vereinfacht auf Grundlage der Bohrung BK 1 angesetzt.

Besonderheiten:

- Die Wahl des Verbauträgers sowie des Trägerabstandes erfolgt aus konstruktiven Gründen zur Begrenzung der Verbauverformungen.

Systemquerschnitt QS 3





	Seite	1
	Übersicht	
	Maßstab	1 : 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS3_V01.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Bindiger Boden
Geländeoberkante auf 109.50 m
Grundwasserstand 94.50 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
		a [m]	b [m]	EI [MN*m ²]		
1	Trägerbohlwand	0.00	0.00	210000.00	59.00	78.50
	HEB 260	0.00	11.00	7.4600E+03	26.00	
		2.00	0.26	15.67		

Erdschichtwerte

			Löß	Kiese	Tone
Schichthöhe	h	[m]	8.20	1.90	89.90
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	32.50	30.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.33	21.67	20.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-18.33	-21.67	-20.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	6.0	0.0	15.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	6.0	0.0	15.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	21.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	11.0	10.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.04	0.06	0.06
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.80	1.10	1.10

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.311	0.251	0.279
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.538	0.463	0.500
Angesetzt: 50% K_{agh} + 50% K_0			0.425	0.357	0.390
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 3$					
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.981	0.000	0.922
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.311	0.251	0.279
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.538	0.463	0.500
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	4.697	7.152	5.737
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.957	0.000	6.957
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	4.697	7.152	5.737

LFK-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	10.00	0.15	4.40	0.00	0
G	46.01	4.40	999.00	0.00	-

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 3

LF-Komb. 1

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 4

LF-Komb. 1

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.01	0.000	0.071	0.071	0.000
0.01	0.000	3.186	0.071	3.115
0.36	0.220	5.596	2.483	3.113
1.00	0.787	9.892	6.782	3.110
2.22	2.529	18.241	15.137	3.104
2.34	2.743	19.643	16.540	3.103
5.99	20.370	67.969	64.884	3.086
5.99	20.370	64.884	64.884	0.000
8.20	38.833	82.746	82.746	0.000
8.20	38.833	71.980	71.980	0.000
10.10	59.810	86.211	86.211	0.000
10.10	59.810	87.280	87.280	0.000
11.00	69.018	94.295	94.295	0.000
11.00	69.018	94.295	94.295	0.000
15.00	119.908	125.470	125.470	0.000
15.00	119.908	125.470	125.470	0.000
100.00	3210.923	456.708	456.708	0.000
100.00	3210.923	456.708	456.708	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
Mindesterddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	5
Aushub	A
LF-Komb.	1

Aushub Nr. A

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
2.70	30.49	
3.70	-7.82	
3.60	0.75	
3.61	-0.05	
3.61		45.07
4.61		7.20
5.51		-111.49
5.21		-60.25
4.91		-21.24
4.61		7.20
4.62		6.41
4.65		3.96
4.68		1.43
4.69		0.56
4.70		-0.32

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
 δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
8.200	9.167	0.000
10.100	10.833	0.000
11.000	10.000	0.000
15.000	10.000	0.000
100.000	10.000	0.000
Gesamtsumme V (char.)	7.99 kN/m	3.15 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.200	0.000	2.200	0.000
2.200	-35.743	2.200	-27.494
4.700	-258.830	4.700	-199.100
Summe $E_{ph,k}$ =	-368.216 kN/m	Summe $E_{ph,d}$ =	-283.243 kN/m

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = $0.2 \cdot 2.50 \text{ m} = 0.50 \text{ m}$
Gesamtlänge der Wand: 5.20 m, Einbindetiefe t = 3.00 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 2.20 m, Wasserstand = 15.00 m
Fußstützkraft: $E_d = 157.61 \text{ kN} \leq R_d = 283.24 \text{ kN}$
Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -68.24 \text{ kN}$

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 6

Aushub A

LF-Komb. 1

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite

$b = 0.260 \text{ m}$, $\mu_{\text{pgh}} = 3.481$, $\mu_{\text{pch}} = 4.743$

b kleiner als $0.3h = 0.750 \text{ m}$,

Erdwiderstand bei $\gamma_{\text{Ep}}/0.800 = 1.625$:

$R_k = 153.74 \text{ kN}$

$R_d = 94.61 \text{ kN}$

$E_d = 94.27 \text{ kN} \leq R_d$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	15.8	0.00	0.00		
0.010	0.07	15.7	0.00	0.00		
0.010	3.19					
0.365	5.60	13.9	-0.25	-1.56		
0.996	9.89	10.7	-2.63	-6.44		
2.200	18.09	4.9	-19.54	-23.29		
2.200	-8.08					
2.223	-8.54	4.8	-20.07	-23.10		
2.340	-10.90	4.3	-22.71	-21.96		
3.371	-31.70	1.1	-35.88	0.00		
3.766	-39.65	0.4	-33.21	14.07		
4.700	-58.50	0.0	0.00	59.93		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. A	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	59.93	zugM	0.00
	minM	-35.88	zugQ	0.00,	minQ	-23.29	zugM	-19.54
	maxw	15.8 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	0.46	0.00
0.010	0.47	0.00
0.010	0.99	0.00
0.365	1.18	-0.39
0.996	1.54	-1.25
2.200	2.21	-3.51
2.200	-0.65	-3.51
2.223	-0.71	-3.49
2.340	-1.03	-3.39
3.371	-3.90	-0.83
3.766	-4.99	0.90
4.700	-7.58	6.78

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	7
Aushub	A
LF-Komb.	1

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	2.49	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeingengewicht:	2.18	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	4.67	
 Erdwiderstand:	 ($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	 1.51

Nachweis: $V_k = 4.67 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 1.51 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

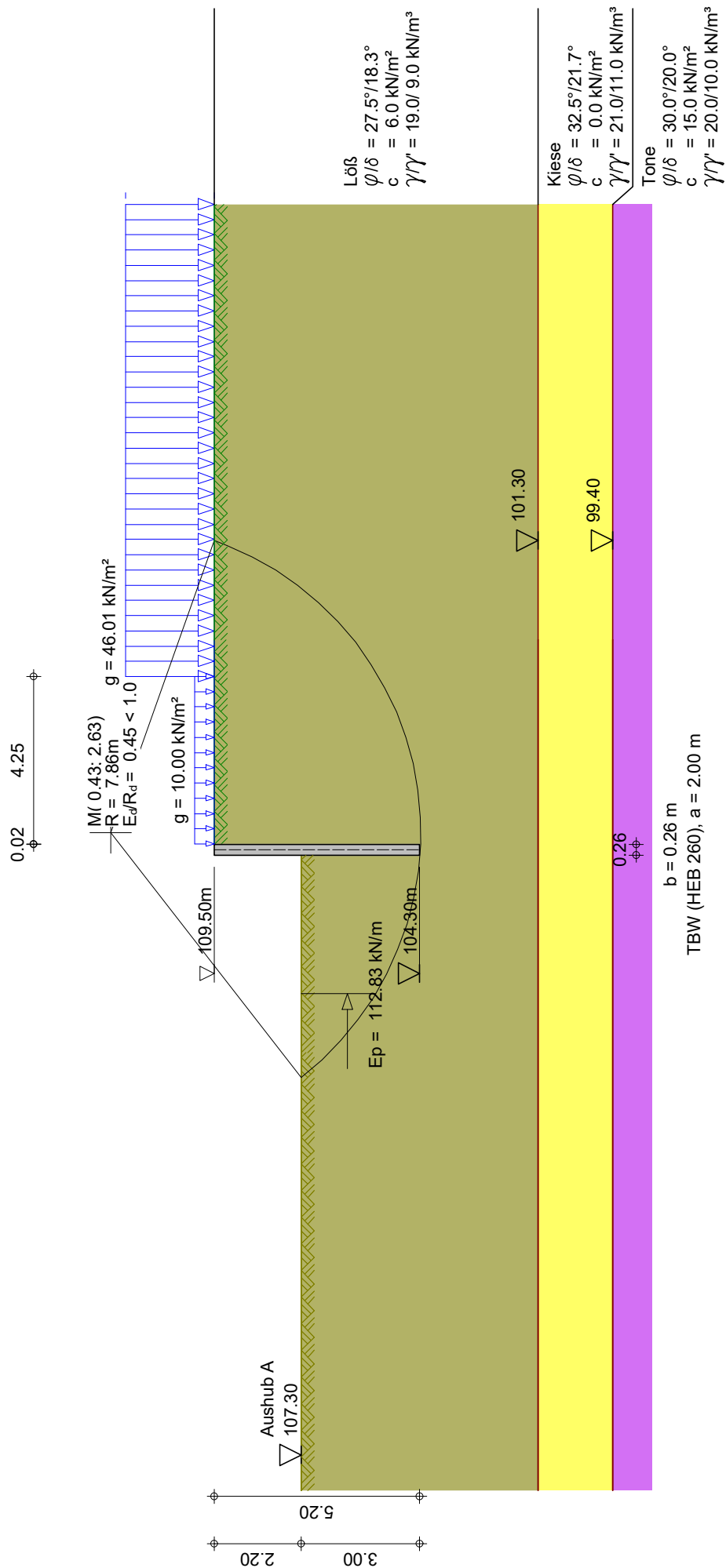
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

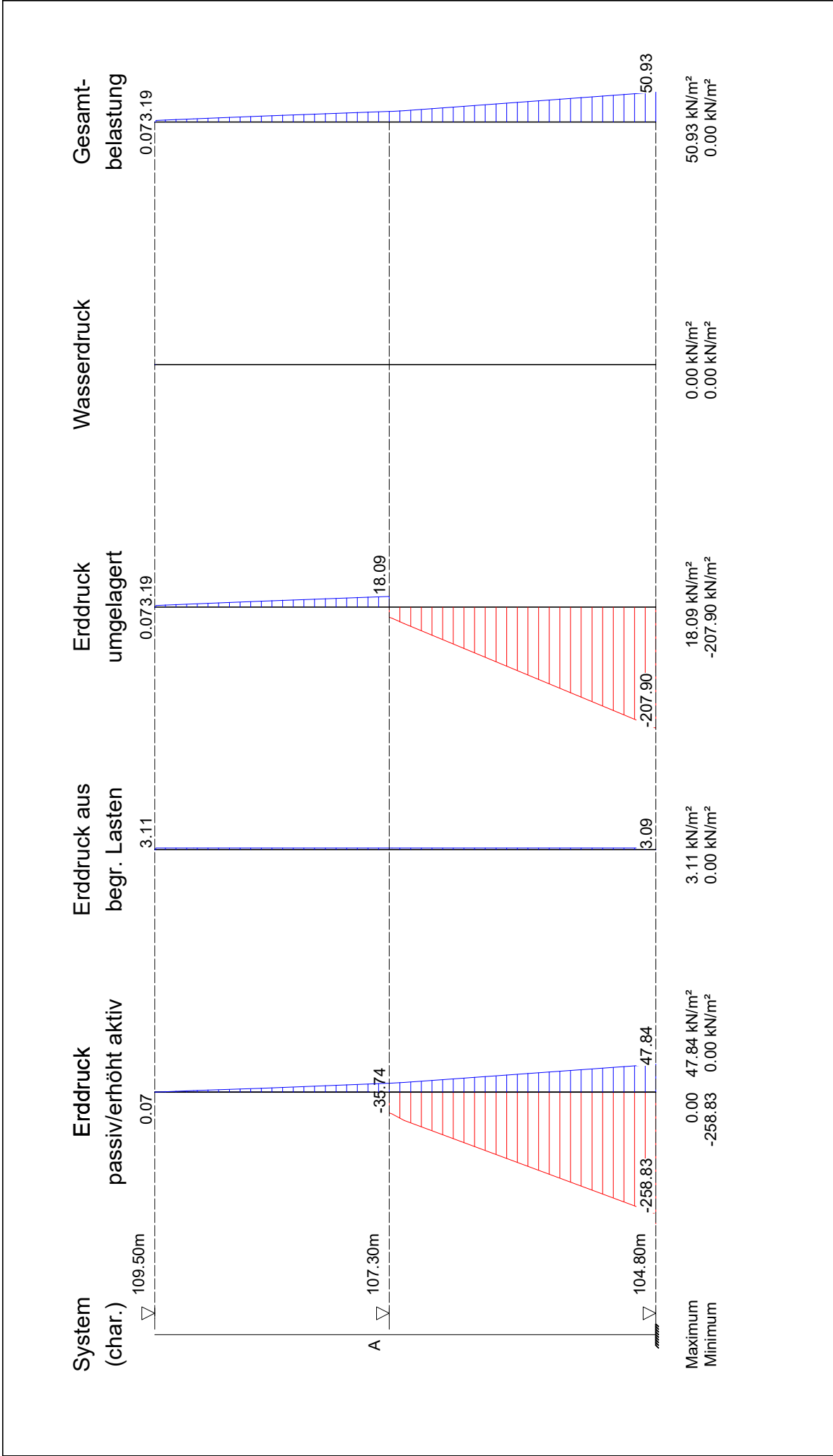
Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	2.99	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeingengewicht:	2.61	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	5.60	

Widerstände:	R_d [kN/m]	
Fußfläche für Spitzendruck (cm^2/m):	338.0	
(Rechteck - EAB 5. Auflage)		
Anpassungsfaktor für Spitzendruck (EB 85):	0.800	
Spitzendruck:	15.45	
Mantelreibung:	46.43	
Summe:	61.88	

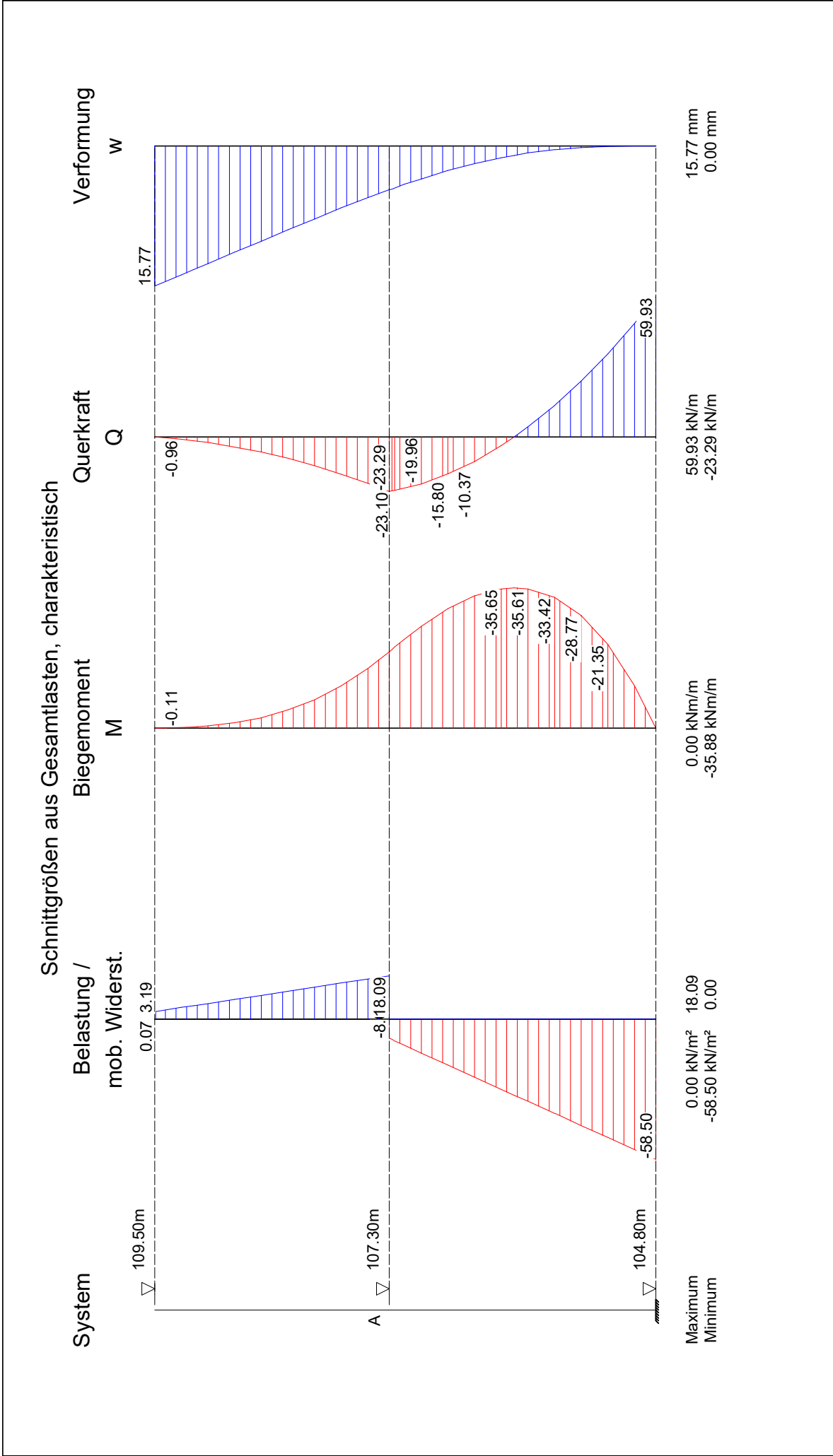
Nachweis: $V_d = 5.60 \text{ kN/m} \leq R_d = 61.88 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

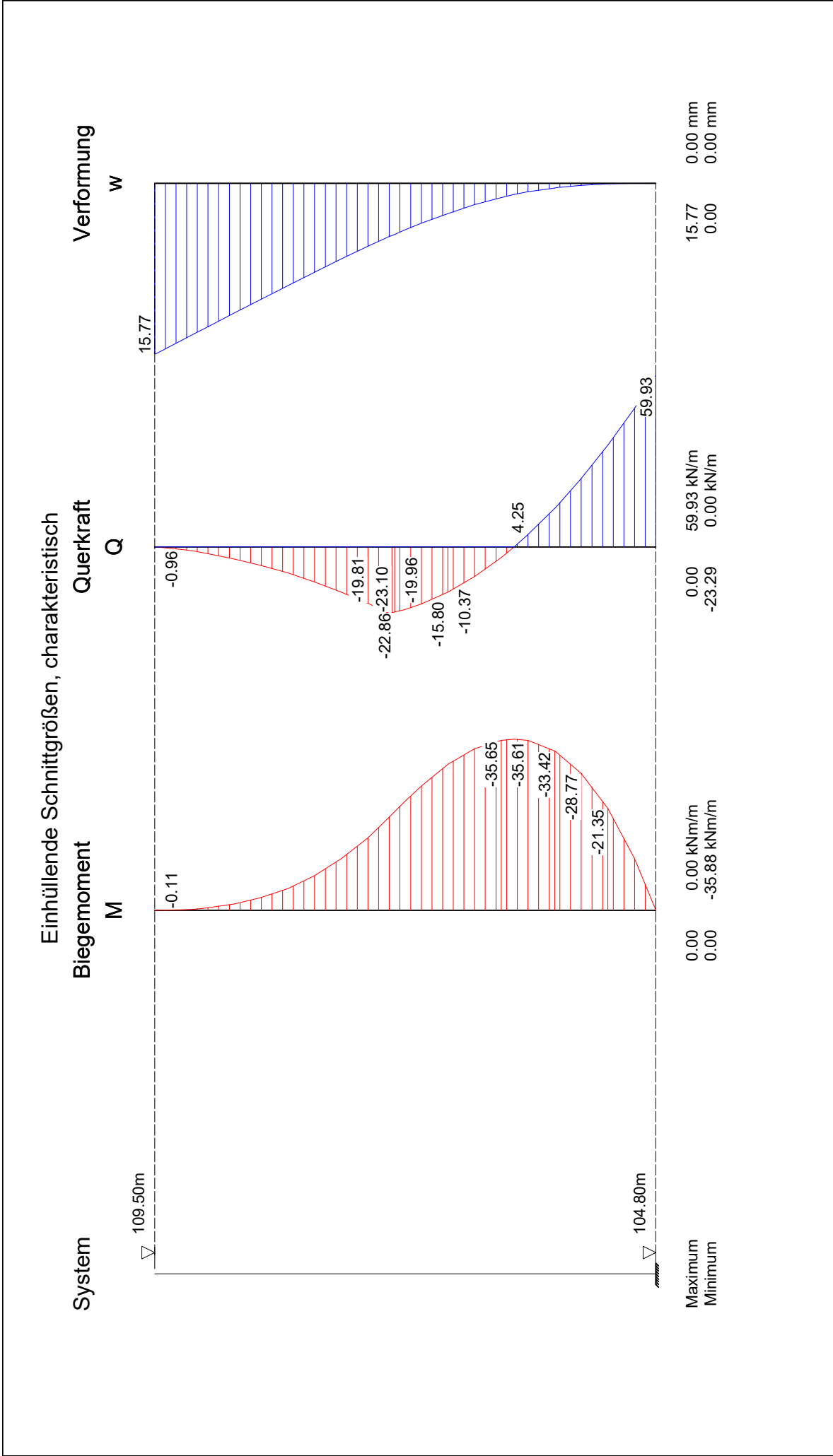




	Seite	9
	Aushub	A
	LF-Komb.	1
	Maßstab	: 1: 50



Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5 21116406	Seite	10
	Aushub	A
	LF-Komb.	1
	Maßstab	: 1: 50



Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5 21116406	Seite	11
	Einhüllende	
	Maßstab	1 : 50

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 12

Geländebruch-Nachweis, Aushub A

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS3_V01@A.dbb

Berechnung nach: (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		Löß	Kiese	Tone
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	27.50	32.50	30.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	6.0	0.0	15.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	19.0	21.0	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	19.0	21.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	9.0	11.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		-2.73	-0.13	-0.13	0.13	0.13
		5.63	22.00			
z Gelände		-2.20	-2.20	-5.20	-5.20	0.00
		0.00	0.00			
z Schicht	Löß	-8.20	-8.20	-8.20	-8.20	-8.20
		-8.20	-8.20			
z Schicht	Kiese	-10.10	-10.10	-10.10	-10.10	-10.10
		-10.10	-10.10			
z Schicht	Tone	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00			

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-2.73	-15.00
5.63	-15.00

Lage von Bauwerken

Nummer	X _{von} [m]	X _{bis} [m]	Z _{von} [m]	Z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.13	0.13	-5.20	0.00	2.41

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 G	10.0	0.2	4.4	0.00	1.00	1.00
G	46.0	4.4	22.0	0.00	1.00	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.13 m bis 2.87 m, z von -3.00 m bis 2.00 m

$\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,

mit Radius von R = 3.55 m bis 13.55 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -5.78 bis 7.84 m

Gleitkreis: $x_M = 0.43$ m, $z_M = 2.63$ m, R = 7.86 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-3.57	0.15	5.40	0.00	0.00	27.50	6.0	-30.63
-3.38	0.25	9.75	0.00	0.00	27.50	6.0	-28.96
-3.13	0.25	10.38	0.00	0.00	27.50	6.0	-26.90
-2.88	0.25	10.96	0.00	0.00	27.50	6.0	-24.88
-2.63	0.25	11.49	0.00	0.00	27.50	6.0	-22.88
-2.37	0.25	11.96	0.00	0.00	27.50	6.0	-20.92
-2.12	0.25	12.39	0.00	0.00	27.50	6.0	-18.98
-1.87	0.25	12.78	0.00	0.00	27.50	6.0	-17.07
-1.62	0.25	13.12	0.00	0.00	27.50	6.0	-15.17
-1.38	0.25	13.43	0.00	0.00	27.50	6.0	-13.29
-1.12	0.25	13.69	0.00	0.00	27.50	6.0	-11.43
-0.88	0.25	13.91	0.00	0.00	27.50	6.0	-9.57
-0.63	0.25	14.09	0.00	0.00	27.50	6.0	-7.73
-0.38	0.25	14.23	0.00	0.00	27.50	6.0	-5.89
-0.13	0.25	6.92	0.00	0.00	27.50	6.0	-4.07
0.13	0.25	12.00	1.00	0.00	27.50	6.0	-2.24
0.38	0.25	24.87	2.50	0.00	27.50	6.0	-0.42
0.63	0.25	24.86	2.50	0.00	27.50	6.0	1.40
0.88	0.25	24.82	2.50	0.00	27.50	6.0	3.23
1.12	0.25	24.73	2.50	0.00	27.50	6.0	5.05
1.38	0.25	24.61	2.50	0.00	27.50	6.0	6.88
1.62	0.25	24.44	2.50	0.00	27.50	6.0	8.72
1.87	0.25	24.24	2.50	0.00	27.50	6.0	10.57
2.12	0.25	24.00	2.50	0.00	27.50	6.0	12.43
2.37	0.25	23.72	2.50	0.00	27.50	6.0	14.30
2.63	0.25	23.39	2.50	0.00	27.50	6.0	16.19

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 14

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
2.88	0.25	23.03	2.50	0.00	27.50	6.0	18.10
3.13	0.25	22.62	2.50	0.00	27.50	6.0	20.03
3.38	0.25	22.16	2.50	0.00	27.50	6.0	21.98
3.63	0.25	21.66	2.50	0.00	27.50	6.0	23.96
3.88	0.25	21.10	2.50	0.00	27.50	6.0	25.97
4.13	0.25	20.50	2.50	0.00	27.50	6.0	28.01
4.38	0.25	19.84	6.10	0.00	27.50	6.0	30.09
4.63	0.25	19.12	11.50	0.00	27.50	6.0	32.22
4.88	0.25	18.34	11.50	0.00	27.50	6.0	34.40
5.13	0.25	17.49	11.50	0.00	27.50	6.0	36.64
5.38	0.25	16.57	11.50	0.00	27.50	6.0	38.95
5.63	0.25	15.57	11.50	0.00	27.50	6.0	41.33
5.88	0.25	14.48	11.50	0.00	27.50	6.0	43.81
6.13	0.25	13.29	11.50	0.00	27.50	6.0	46.39
6.38	0.25	11.98	11.50	0.00	27.50	6.0	49.10
6.63	0.25	10.53	11.50	0.00	27.50	6.0	51.96
6.88	0.25	8.93	11.50	0.00	27.50	6.0	55.02
7.13	0.25	7.12	11.50	0.00	27.50	6.0	58.34
7.38	0.25	5.04	11.50	0.00	27.50	6.0	62.01
7.63	0.25	2.58	11.50	0.00	27.50	6.0	66.18
7.80	0.09	0.23	4.32	0.00	27.50	6.0	69.50

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
-3.57	33.29	-21.61
-3.38	57.90	-37.14
-3.13	59.01	-36.94
-2.88	59.94	-36.25
-2.63	60.70	-35.12
-2.37	61.32	-33.59
-2.12	61.81	-31.70
-1.87	62.18	-29.49
-1.62	62.46	-27.00
-1.38	62.64	-24.27
-1.12	62.73	-21.32
-0.88	62.74	-18.18
-0.63	62.67	-14.90
-0.38	62.53	-11.49
-0.13	35.49	-3.86
0.13	57.03	-4.00
0.38	107.85	-1.57
0.63	107.15	5.27
0.88	106.43	12.09
1.12	105.69	18.86
1.38	104.93	25.55
1.62	104.15	32.13
1.87	103.34	38.57
2.12	102.50	44.85
2.37	101.62	50.93
2.63	100.71	56.77
2.88	99.76	62.35
3.13	98.76	67.63
3.38	97.71	72.57
3.63	96.60	77.12

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 15

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
3.88	95.42	81.26
4.13	94.17	84.93
4.38	106.09	102.27
4.63	124.98	128.39
4.88	123.94	132.58
5.13	122.85	136.06
5.38	121.70	138.76
5.63	120.48	140.58
5.88	119.15	141.40
6.13	117.70	141.11
6.38	116.10	139.53
6.63	114.29	136.46
6.88	112.19	131.62
7.13	109.70	124.61
7.38	106.59	114.84
7.63	102.42	101.30
7.80	37.07	33.48

Summen:

4206.48

2185.43

Einfluss von Bauwerken

Gewicht	Hebelarm	φ	ϑ	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
2.41	-0.43	24.35	-3.15	8.68	-1.04

Ansatz des Erdwiderstands bei $x = -3.65$ m:

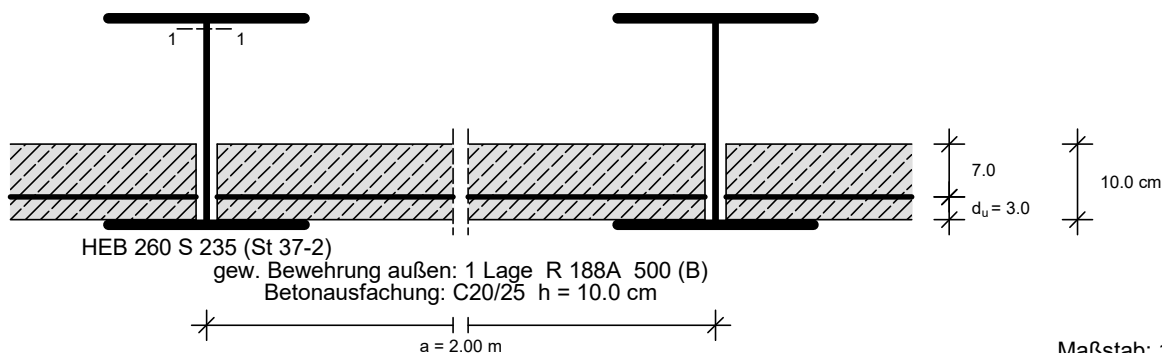
Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
112.83	6.00	0.00	0.00	677.40	0.00

Einwirkungen $E_d = 2184.38$ kN

Widerstände $R_d = 4892.56$ kN

$E_d/R_d = 0.45 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Trägerbohlwand (bis 104.80 m)**Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):**

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 0.63$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = 14.82$ kN
	$V_d = 68.24$ kN
	bei z = 4.70 m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -81.23$ kNm im Aushub A
	zug. $N_d = -2.42$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei z = 3.37 m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 68.24$ kN im Aushub A
	zug. $M_d = 0.63$ kNm
	zug. $N_d = 14.82$ kN
	bei z = 4.70 m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: HEB 260, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 93.00 kg/m
$W_{y,el}$	= 1150.00 cm ³
$W_{y,pl}$	= 1283.00 cm ³
A	= 118.00 cm ²
A_v	= 37.20 cm ²
EI	= 31.33 MNm ²
Streckgrenze f_{yk}	= 235.00 MN/m ²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 4.70)	Querschnittsklasse: 1			
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion
	68.24	504.72	0.14	Nein
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	
	14.82	2773.00	0.01	Nein
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$	
	0.63	301.51	0.00	-
				NW ok
				Ja
				Ja
				Ja

min. M (z = 3.37)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	504.72	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-2.42	2773.00	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-81.23	301.51	0.27	-	Ja
max. V (z = 4.70)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	68.24	504.72	0.14	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	14.82	2773.00	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	0.63	301.51	0.00	-	Ja

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	4.70 m	(z ₁ = 0.00 , z ₂ = -4.70)
N _{Ed}	=	-2.42 kN	
M _{Ed}	=	-81.23 kNm	
s _k = 2.00 * L	=	9.40 m	
λ = s _k /0.112	=	83.60	
λ ₁	=	93.91	
λ' = λ/λ ₁	=	0.89	
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1:	α	=	0.49
φ	=	1.07	
æ	=	0.61	
M _{cr}	=	296.14 kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1:	k _{yy}	=	1.00

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

$$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A * f_y / 1.10 = 2520.91 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = W_{pl} * f_y / 1.10 = 274.10 \text{ kNm}$$

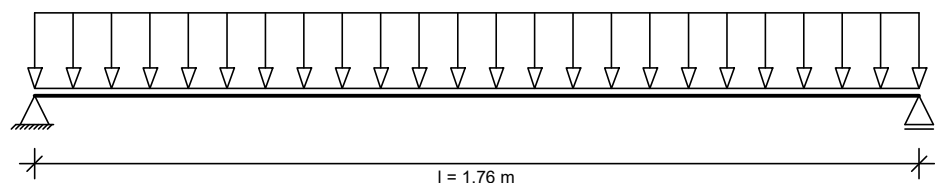
$$N_{Ed} / (\æ * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{Ed} / M_{Rd} = 0.00 + 0.30 = 0.30 < 1.0$$

NW ok
Ja

Bemessung der Spritzbetonausfachung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Trägerabstand a = 2.00 m
Stützweite l = 1.76 m

Statisches System:
Maßstab: 1:15



Maßgebende Belastung bei z = 2.20 im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten g	=	16.85 kN/m ²
aus blockförmigen Auflasten p	=	3.57 kN/m ²
Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47:		0.67
Multiplikationsfaktor H-Druck:		1.00
Maßgebende Belastung q = 1.00*(0.67*16.85+3.57)	=	14.81 kN/m ²

Schnittgrößen: $\text{Max } M = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 14.81 \cdot 1.76^2 / 8 = 4.59 \text{ kNm/m}$
(mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton C20/25 $d = 10.00$ $d_u = 3.00 \text{ cm}$ Bewehrung: 500 (B)
(Biegemoment erhöht um Faktor 1.25, da $h < 10 \text{ cm}$)
Betondehnung = -3.10 ‰ Dehnung Bewehrung = 25.00 ‰
erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

erf. Zugbewehrung: $A_{s2} = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m}$ (luftseitig)

gewählt: 1 Lage R 188A = $1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Hinweise / Ergebnisse zur Berechnung RTWALLS

- Verbauträger:

gewählt: HEB 260, S235, Abstand $a = 2,00$ m

- Spritzbetonbemessung (Seite 5.3.19):

gewählt: 1 Lage luftseitig: Matte R 188A
Spritzbetonstärke $d = 10,0$ cm

Die Einbindung wird für den Schnitt gewählt:

gewählt: $t = 3,00$ m

5.4 Schnitt „QS 4“

Zur Ausführung kommt eine freiauskragende, aufgelöste Bohrpfahlwand mit Spritzbetonausfachung als temporäre Baugrubensicherung. Auf den obersten 1,0 m wird ein Steckträgerverbau aufgesetzt.

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Ergänzende Hinweise werden in der planerischen Querschnittszeichnung skizziert.

Für die Berechnung des Bohrträgerverbaus mit RTWALLS werden folgende Ansätze gewählt:

- aufgelöste Bohrpfahlwand

D = 75 cm, a = 2,00 m

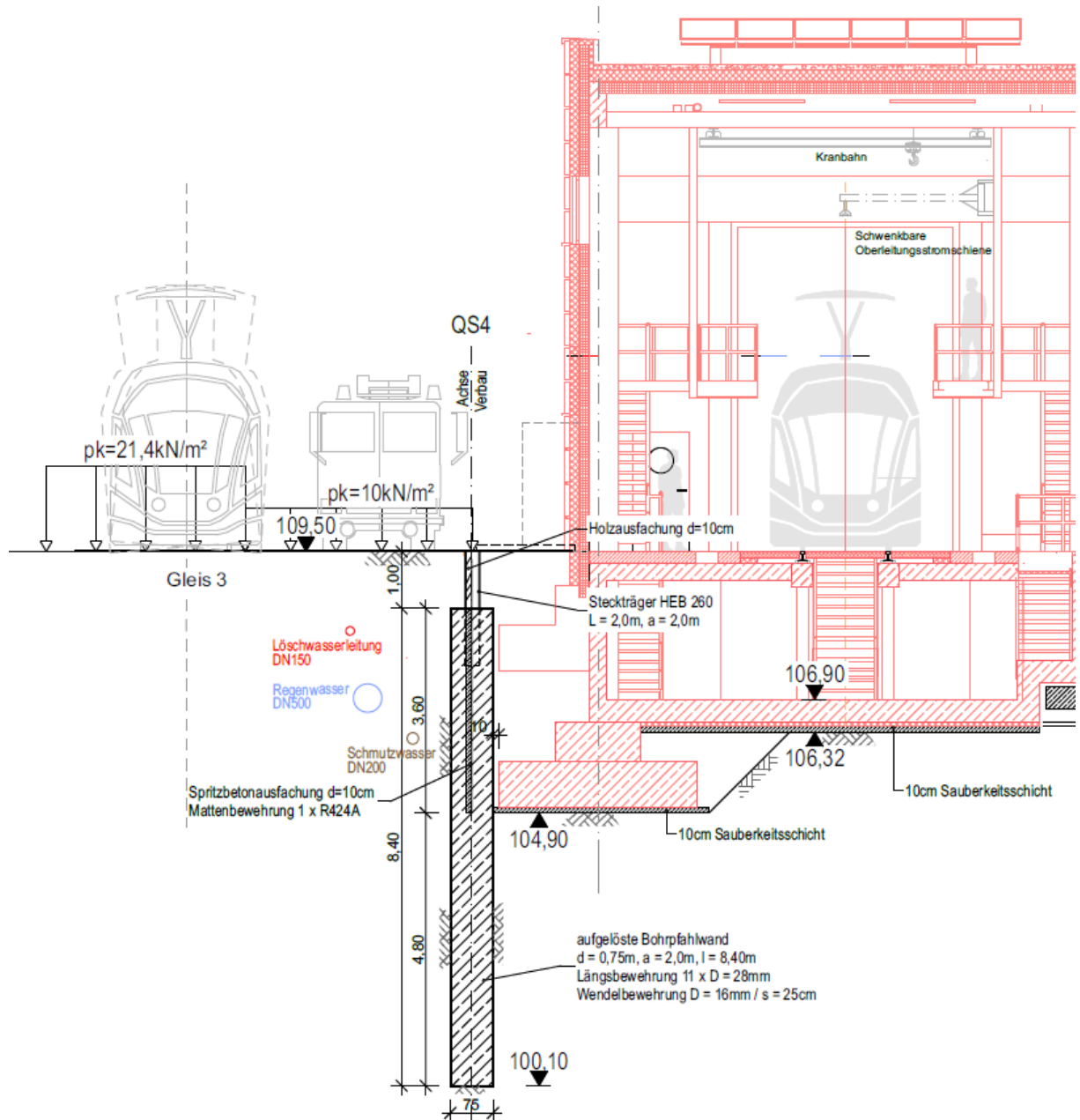
Ansatz einer Verkehrslast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last.

Ansatz Schienenverkehr gem. Abschnitt 3.1.

- Die Schichtenabfolge wird vereinfacht auf Grundlage der Bohrung BK 1 angesetzt.

Besonderheiten:

Systemquerschnitt „QS 4“



3.52

$g = 46.01 \text{ kN/m}^2$

$g = 10.00 \text{ kN/m}^2$

$\nabla 109.50\text{m}$

Aushub B
 $\nabla 104.90$

9.36

4.60

4.76

Löß
 $\varphi/\delta = 27.5^\circ/18.3^\circ$
 $c = 6.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 19.0/9.0 \text{ kN/m}^3$

$\nabla 101.30$

$\nabla 100.14\text{m}$

Kiese
 $\varphi/\delta = 32.5^\circ/21.7^\circ$
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 21.0/11.0 \text{ kN/m}^3$

0.75

$d = 0.75 \text{ m}$
BPW, $a = 2.00 \text{ m}$

Tone
 $\varphi/\delta = 30.0^\circ/20.0^\circ$
 $c = 15.0 \text{ kN/m}^2$
 $\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$

$\nabla 94.50$

$\nabla 94.50$

Seite

1

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS4_V03.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Bindiger Boden
Geländeoberkante auf 109.50 m
Grundwasserstand 94.50 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	a [m]
				EI [MN*m ²]		
1	Bohrpfahlwand	0.00	0.00	31000.00	2208.90	25.00
		0.00	11.00	7.7658E+05	75.00	2.00
				240.74		

Eine aufgelöste Bohrpfahlwand wird berechnet wie eine Trägerbohlwand
(Nachweis des räumlichen Erddrucks)

Erdschichtwerte

			Löß	Kiese	Tone
Schichthöhe	h	[m]	8.20	1.90	89.90
Innere Reibung	φ'	[Grad]	27.50	32.50	30.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.33	21.67	20.00
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-18.33	-21.67	-20.00
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	6.0	0.0	15.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	6.0	0.0	15.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	21.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	11.0	10.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.04	0.06	0.06
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.80	1.10	1.10

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.311	0.251	0.279
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.538	0.463	0.500
Angesetzt: 50% K_{agh} + 50% K_0			0.425	0.357	0.390
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 3$					
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.981	0.000	0.922
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.311	0.251	0.279
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.538	0.463	0.500
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	4.697	7.152	5.737
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.957	0.000	6.957
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	4.697	7.152	5.737

LFK-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	10.00	0.38	3.90	0.00	0

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

G 46.01 3.90 999.00 0.00 -

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv		
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500		
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300		
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100		
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200		
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 4

Aushub B

LF-Komb. 1

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.00	0.000	3.109	0.000	3.109
0.36	0.225	5.593	2.483	3.109
1.00	0.792	9.891	6.782	3.109
1.83	1.892	15.606	12.496	3.109
2.34	2.841	22.216	19.107	3.109
4.94	14.501	59.568	56.458	3.109
4.94	14.501	56.458	56.458	0.000
8.20	40.007	82.746	82.746	0.000
8.20	40.007	71.980	71.980	0.000
10.10	60.984	86.211	86.211	0.000
10.10	60.984	87.280	87.280	0.000
11.00	70.192	94.295	94.295	0.000
11.00	70.192	94.295	94.295	0.000
15.00	121.082	125.470	125.470	0.000
15.00	121.082	125.470	125.470	0.000
100.00	3212.097	456.708	456.708	0.000
100.00	3212.097	456.708	456.708	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
Mindesterddruck mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Aushub Nr. B

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

*** Hinweis: Aufgelöste Bohrpfahlwand wird wie Trägerbohlwand berechnet

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
5.10	249.67	
6.10	313.67	
8.00	19.13	
8.01	15.50	
8.04	4.45	
8.05		204.09
9.05		-258.59
8.95		-201.48
8.65		-43.24
8.56		4.41
8.57		-0.70
8.57		-0.70

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 5
Aushub B
LF-Komb. 1

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
 δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
8.200	9.167	0.000
10.100	10.833	0.000
11.000	10.000	0.000
15.000	10.000	0.000
100.000	10.000	0.000
Gesamtsumme V (char.)	79.80 kN/m	47.13 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,kl}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.600	0.000	4.600	0.000
4.600	-35.743	4.600	-27.494
8.200	-356.989	8.200	-274.607
8.200	-489.184	8.200	-376.295
8.570	-544.753	8.570	-419.041
Summe $E_{ph,k}$	-898.194 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-690.919 kN/m

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = $0.2 \cdot 3.97 \text{ m} = 0.79 \text{ m}$
Gesamtlänge der Wand: 9.36 m, Einbindetiefe t = 4.76 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 4.60 m, Wasserstand = 15.00 m
Fußstützkraft: $E_d = 632.13 \text{ kN} \leq R_d = 690.92 \text{ kN}$
Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -387.19 \text{ kN}$

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite

b = 0.750 m, $\mu_{pgh} = 2.609$, $\mu_{pch} = 3.539$

b kleiner als 0.3h = 1.191 m,

Erdwiderstand bei $\gamma_{Ep}/0.800 = 1.625$:

$R_k = 838.29 \text{ kN}$
 $R_d = 515.87 \text{ kN}$
 $E_d = 515.36 \text{ kN} \leq R_d$

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als
aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	3.11	27.1	0.00	0.00		
0.365	5.59	25.4	-0.26	-1.59		
0.996	9.89	22.5	-2.66	-6.47		
1.835	15.61	18.7	-12.25	-17.17		
2.340	22.22	16.4	-23.18	-26.72		
4.600	54.67	6.8	-167.95	-113.60		
4.600	-18.11					
4.853	-29.53	5.9	-195.96	-107.58		
4.941	-33.54	5.6	-205.39	-104.79		
6.477	-102.95	1.4	-299.47	0.00		
7.210	-136.08	0.5	-268.86	87.59		
8.200	-180.85	0.0	-108.08	244.51		

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	6
Aushub	B
LF-Komb.	1

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
8.200	-247.82					
8.570	-275.97	0.0	0.00	341.41		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. B	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	341.41	zugM	0.00
	minM	-299.47	zugQ	0.00,	minQ	-113.60	zugM	-167.95
	maxw	27.1 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	6.04	0.00
0.365	6.24	-2.24
0.996	6.60	-6.29
1.835	7.07	-12.03
2.340	7.74	-15.76
4.600	11.68	-37.70
4.600	2.85	-37.70
4.853	1.16	-38.21
4.941	0.56	-38.28
6.477	-9.70	-31.26
7.210	-14.59	-22.37
8.200	-21.21	-4.65
8.200	-38.39	-4.65
8.570	-43.38	10.48

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	12.30	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	47.33	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00 (δ_c)
Summe:	59.62	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	12.49

Nachweis: $V_k = 59.62 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 12.49 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	14.76	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	56.79	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	0.00 (δ_c)
Summe:	71.55	

Widerstände:	R_d [kN/m]	
Fußfläche für Spitzendruck (cm ² /m):	2208.9	
Spitzendruck:	173.56	
Mantelreibung:	69.93	
Summe:	243.48	

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

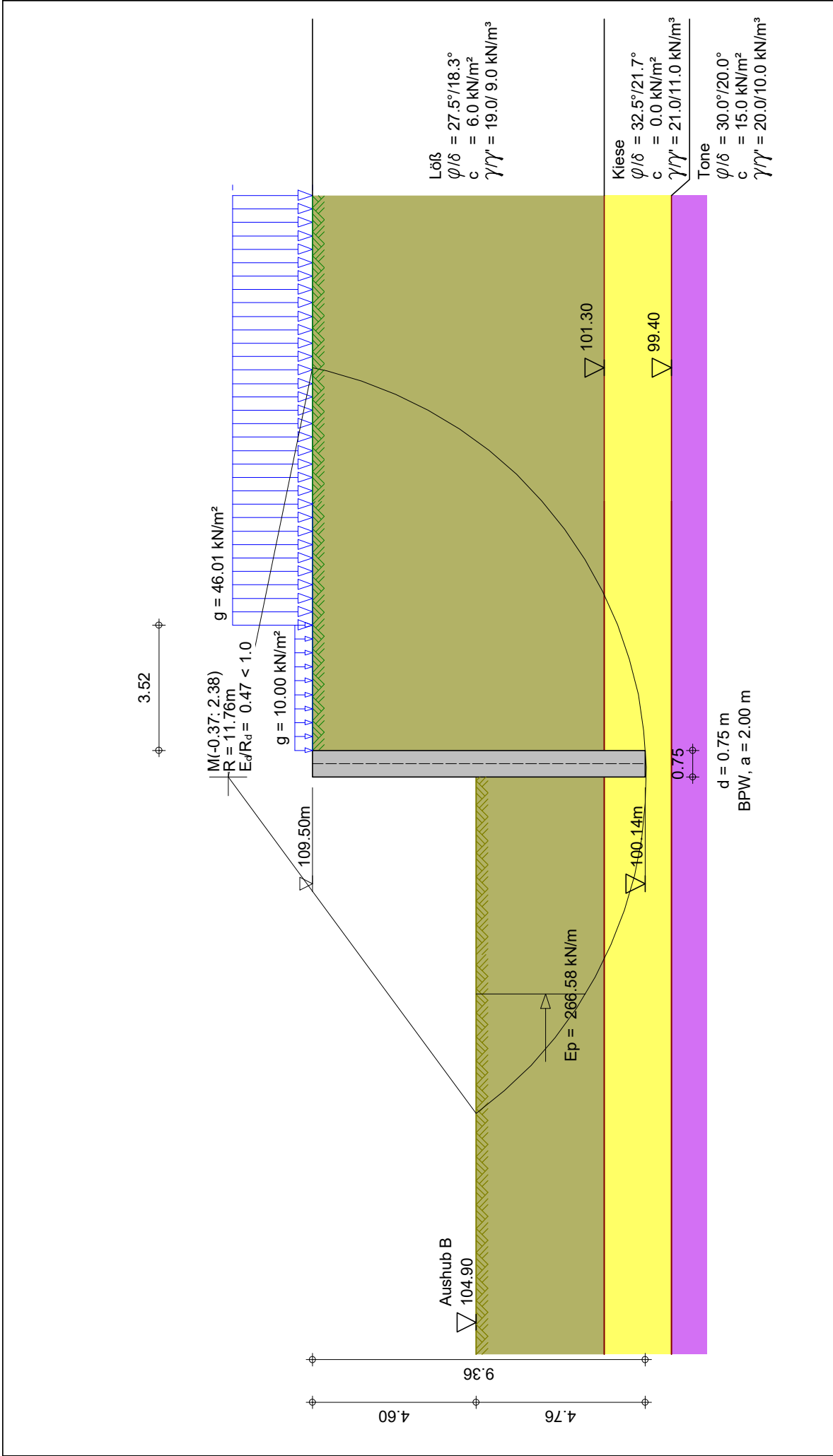
Seite 7

Aushub B

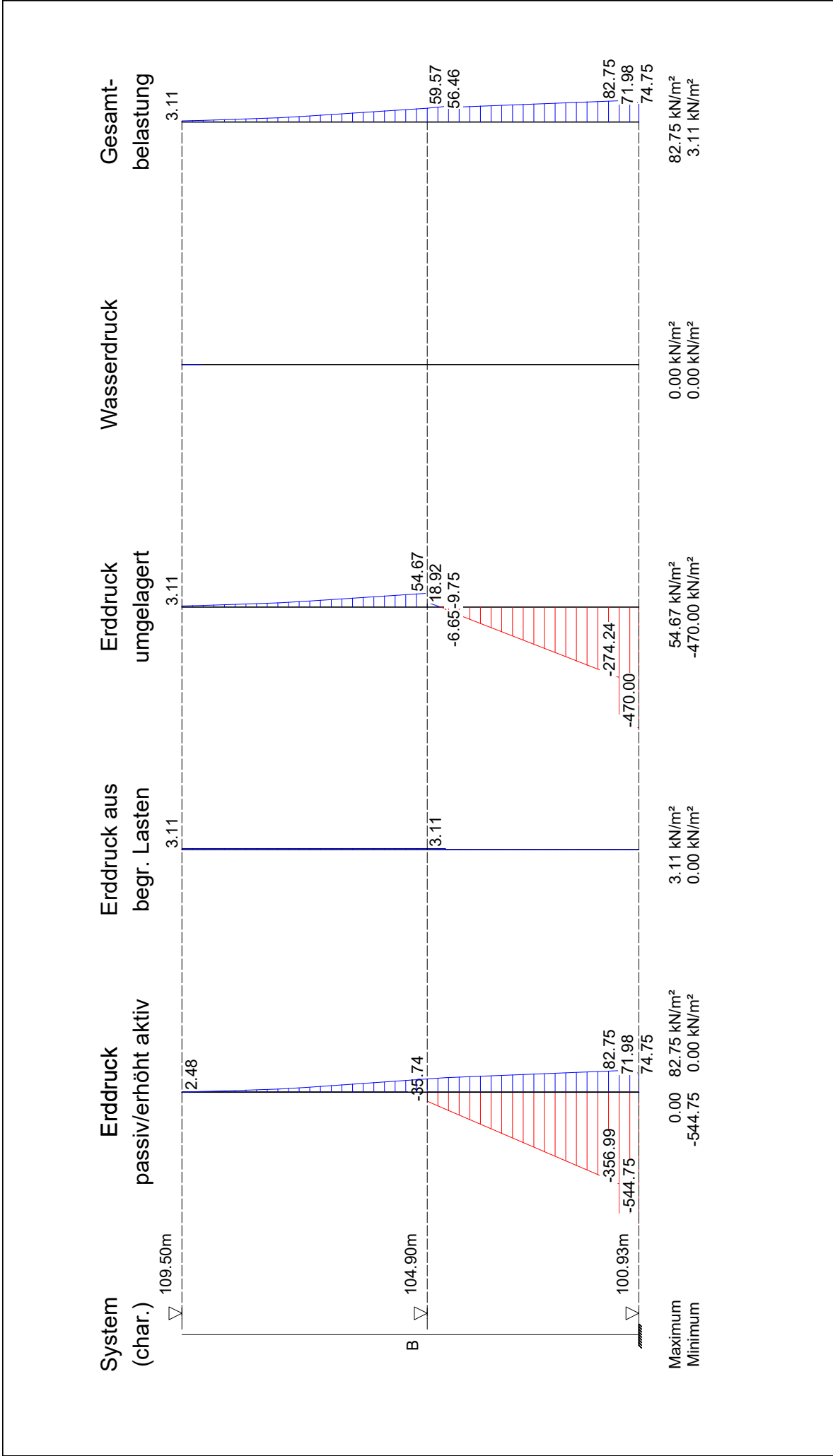
LF-Komb. 1

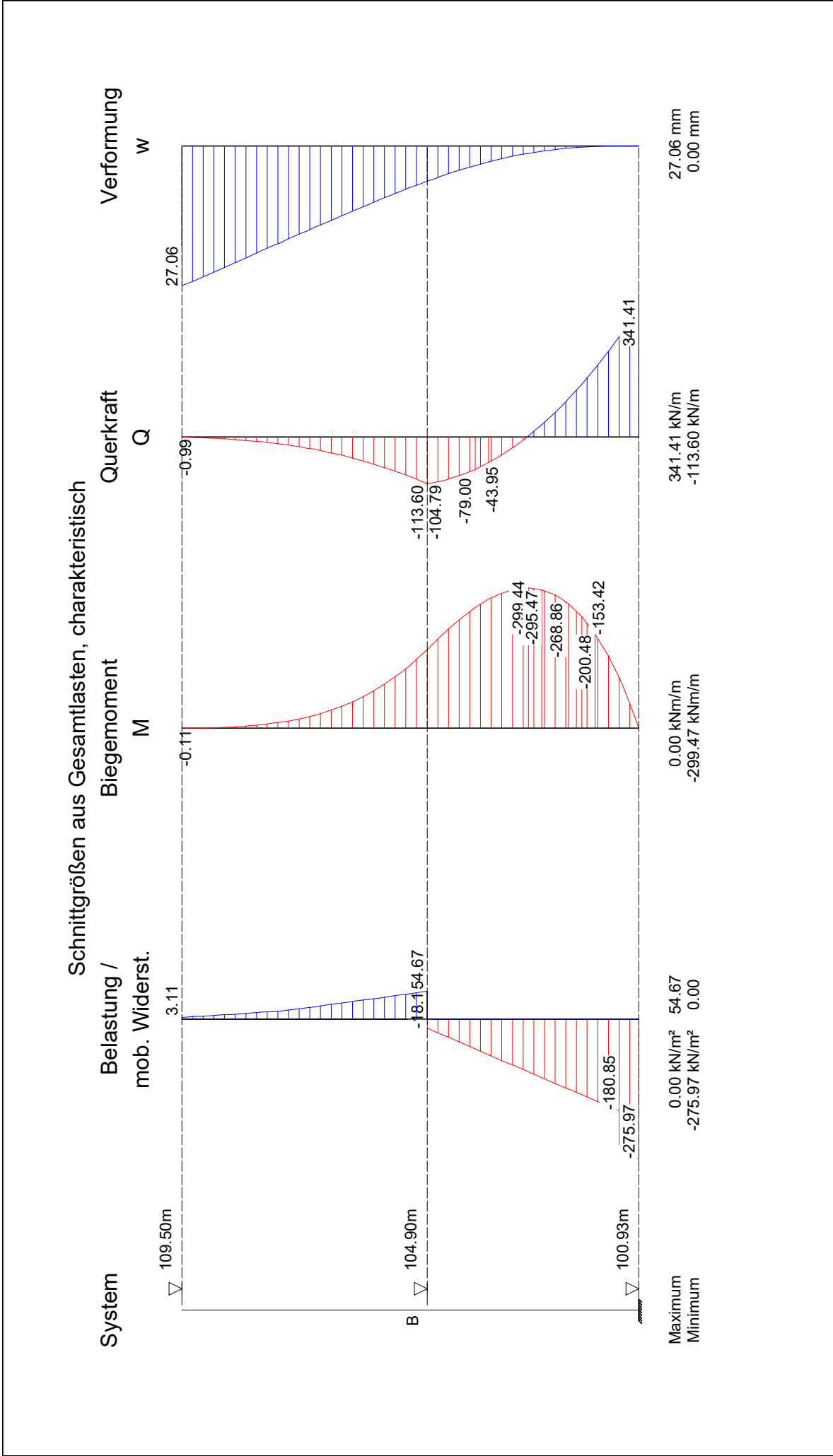
Nachweis: $V_d = 71.55 \text{ kN/m} \leq R_d = 243.48 \text{ kN/m}$

***** Nachweis erfüllt *****

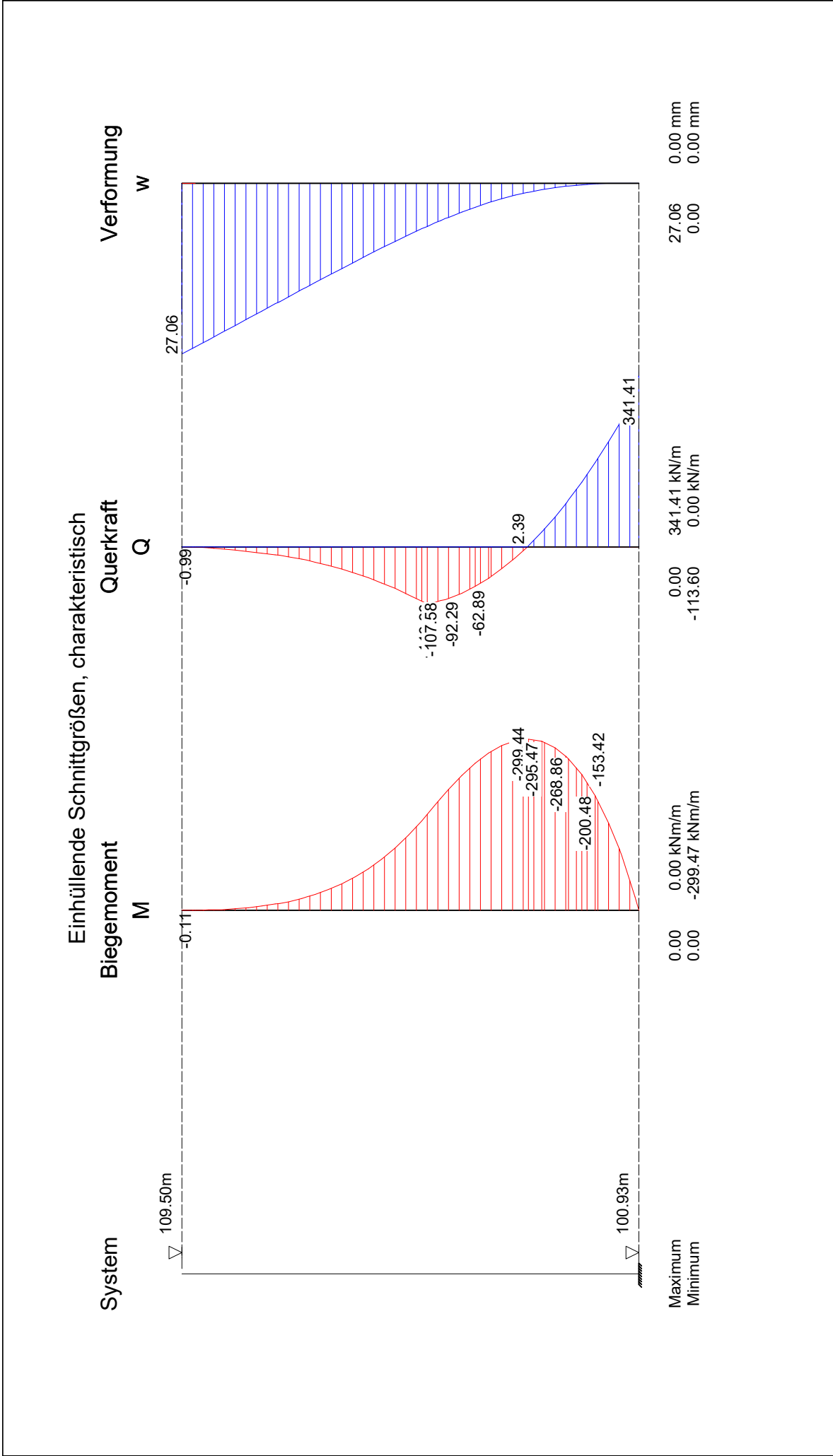


Seite	8
Aushub	B
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 150

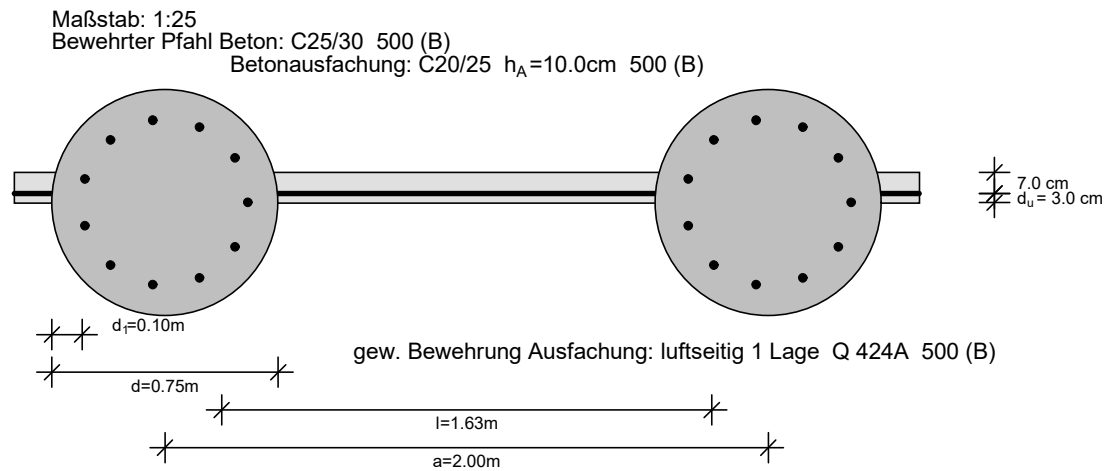




Seite	10
Aushub	B
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 100



Bemessung der Bohrpfahlwand (bis 100.93 m)



Maßgebende Schnittgrößen (je Pfahl):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_R = 1.50$ (Beton), 1.15 (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 1.39$ kNm im Aushub B
	zug. $N_d = 15.87$ kN
	$V_d = 387.19$ kN
	bei $z = 8.57$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -678.08$ kNm im Aushub B
	zug. $N_d = -76.79$ kN
	$V_d = 2.84$ kN
	bei $z = 6.50$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 387.19$ kN im Aushub B
	zug. $M_d = 1.39$ kNm
	zug. $N_d = 15.87$ kN
	bei $z = 8.57$ m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Biegebemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Materialkennwerte: Beton C25/30 Stahl 500 (B)

Durchmesser $d = 0.75$ m, $d_1 = 0.10$ m, $EI = 481.48$ MNm² (pro Pfahl)

bei max. M ($z = 8.57$ m):
 Betondehnung = 25.00 ‰
 Dehnung Bewehrung = 25.00 ‰
 tot. $\omega = 0.003$
 erf. Gesamtbew. $A_s = 0.46$ cm² < Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm²

gewählt: 11 Ø 28 mm = 67.76 cm²

bei min. M ($z = 6.50$ m):
 Betondehnung = -3.50 ‰
 Dehnung Bewehrung = 6.50 ‰
 tot. $\omega = 0.443$
 erf. Gesamtbew. $A_s = 63.78$ cm²

gewählt: 11 Ø 28 mm = 67.76 cm²

Lichter Stababstand = 127 mm

Querkraftbemessung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

(Verfahren nach Bender & Mark)

bei max. V ($z = 8.57$ m): $V_{Rd,max} = 918.72$ kN $> V_d = 387.19$ kN
 $V_{Rd,c} = 164.10$ kN (mit $A_{sL} = 67.76$ cm²)
 Druckstrebenneig. $\varphi = 39.9^\circ$
 Betondehnung $= -0.45$ ‰
 Dehnung Bewehrung $= 25.00$ ‰
 $V_d - V_{Rd,c} = 223.10$ kN
 erf. Schubbew. $A_{SW} = 15.08$ cm²/m Pfahl

gewählt: $\varnothing$ 16 mm, Ganghöhe 25 cm = 16.09 cm²/m

Lichter Stababstand = 234 mm

Abschnittsweise Bemessung

Tiefe [m]	Moment M_d bzw. M_k [kNm]	Normalkraft N_d bzw. N_k [kN]	Querkraft V_d [kN]	Biegebewehrung [cm ²]	Schubbewehrung [cm ² /m]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 #	7.30
0.25	-0.26	-3.66	2.27	0.00 #	7.30
0.50	-1.21	-7.41	5.49	0.00 #	7.30
0.75	-3.09	-11.25	9.67	0.00 #	7.30
1.00	-5.33	-12.58	14.72	0.04** #	7.30
1.25	-10.57	-19.17	20.91	0.22 #	7.30
1.50	-16.66	-23.25	27.96	0.51 #	7.30
1.75	-24.64	-27.42	35.98	0.93 #	7.30
2.00	-34.74	-31.70	45.14	1.49 #	7.30
2.25	-47.36	-36.18	56.10	2.22 #	7.30
2.50	-62.95	-40.86	68.96	3.18 #	7.30
2.75	-82.01	-45.80	83.84	4.42 #	7.30
3.00	-105.04	-51.00	100.76	6.03 #	7.30
3.25	-132.56	-56.47	119.72	8.08 #	7.30
3.50	-165.07	-62.19	140.72	10.69 #	7.30
3.75	-203.09	-68.18	163.76	13.86 #	7.30
4.00	-247.12	-74.42	188.84	17.73 #	7.30
4.25	-297.68	-80.93	215.96	22.43	7.30
4.50	-355.27	-87.70	245.12	27.95	7.30
4.75	-418.48	-91.39	250.04	34.46	7.30
5.00	-478.96	-92.14	232.73	40.88	7.30
5.25	-534.31	-91.95	209.01	47.02	7.30
5.50	-582.93	-90.81	178.89	52.60	7.30
5.75	-623.22	-88.73	142.36	57.24	7.30
6.00	-653.57	-85.69	99.42	60.79	7.30
6.25	-672.39	-81.71	50.08	63.11	7.30
6.48	-678.15	-77.26	0.00	63.75	7.30
6.50	-678.08	-76.79	2.84	63.78	7.30
6.75	-669.02	-70.91	33.91	62.94	7.30
7.00	-643.63	-64.09	68.20	60.15	7.30
7.25	-600.29	-56.32	105.68	55.32	7.30
7.50	-537.42	-47.61	146.37	48.27	7.30
7.75	-453.39	-37.94	190.26	39.33	7.30
8.00	-346.62	-27.34	237.35	28.42	7.30
8.25	-215.31	-13.81	291.49	16.18 #	8.56
8.50	-51.29	9.11	365.50	3.50 #	13.60
8.57	0.00	20.97	387.19	0.46** #	15.08

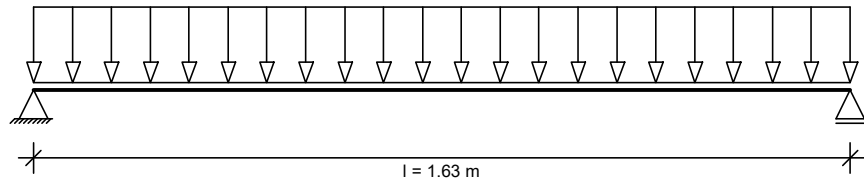
** = Moment/Normalkraft 1.0-fach maßgebend (N verteilt auf alle Pfähle)

= Biegebewehrung < Mindestbewehrung nach EN 1536 = 22.09 cm²

Bemessung der Spritzbetonausfächung auf Biegung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Pfahlabstand $a = 2.00 \text{ m}$
 Stützweite $l = 1.63 \text{ m}$

Statisches System:
 Maßstab: 1:15



Maßgebende Belastung bei $z = 4.60$ im Aushub B, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 58.41 \text{ kN/m}^2$
 aus blockförmigen Auflasten $p = 3.58 \text{ kN/m}^2$

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 58.41 + 3.58) = 42.52 \text{ kN/m}^2$

Bemessungsschnittgrößen: $\text{Max } M_b = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 42.52 \cdot 1.63^2 / 8 = 11.23 \text{ kNm/m}$
 (mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton: C20/25 $d = 10.00 \text{ cm}$ $d_u = 3.00 \text{ cm}$ Bewehrung: 500 (B)
 (Biegemoment erhöht um Faktor 1.25, da $h < 10 \text{ cm}$)
 Betondehnung $= -3.50 \text{ ‰}$ Dehnung Bewehrung $= 8.86 \text{ ‰}$
 erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

gewählt: 0 Lagen $Q 188A = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

erf. Zugbewehrung: $A_{s2} = 4.12 \text{ cm}^2/\text{m}$ (luftseitig)

gewählt: 1 Lage $Q 424A = 4.24 \text{ cm}^2/\text{m}$

Bemessung der Spritzbetonausfächung als Gewölbe

Maßgebende Belastung bei $z = 4.60$ im Aushub B, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten $g = 58.41 \text{ kN/m}^2$
 aus blockförmigen Auflasten $p = 3.58 \text{ kN/m}^2$

Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47: 0.67

Multiplikationsfaktor H-Druck: 1.00

Maßgebende Belastung $q = 1.00 \cdot (0.67 \cdot 58.41 + 3.58) = 42.52 \text{ kN/m}^2$

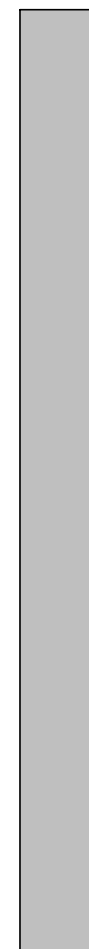
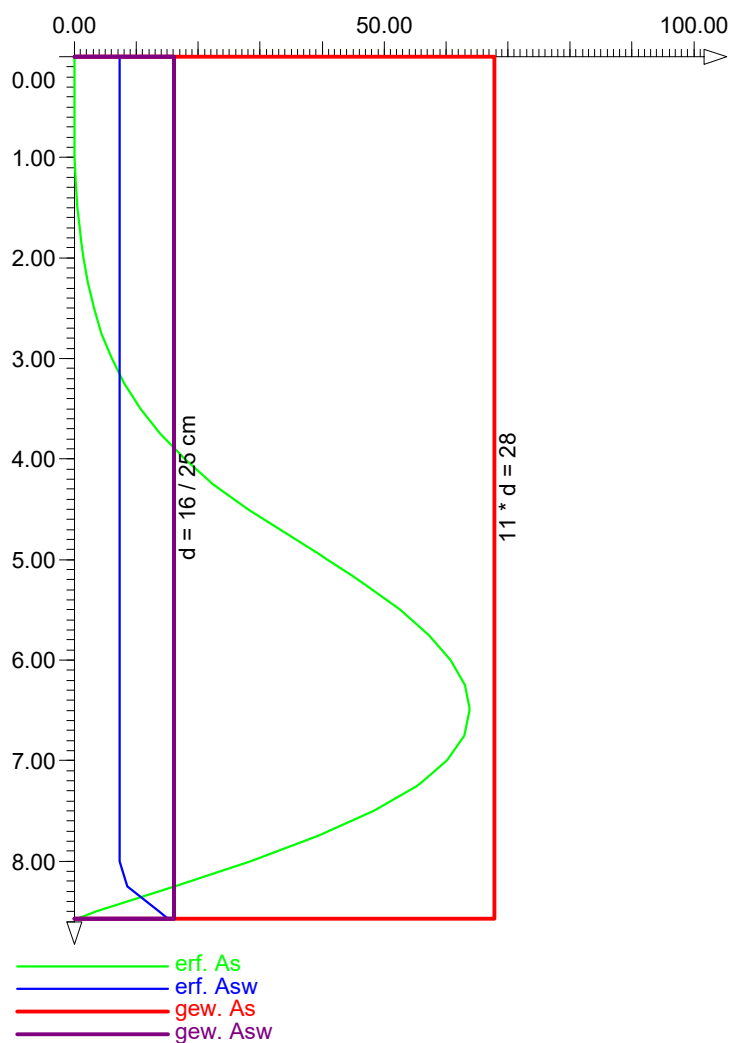
Ausfächung: Stich $f = 0.05 \text{ m}$
 Stützweite $l = 2.00 \text{ m}$
 Gewölberadius $R = 10.03 \text{ m}$
 Gewölbedicke $d_G = 0.05 \text{ m}$
 Randwinkel $\varphi = 5.72^\circ$

Gewölbekraft $H_G = q \cdot l^2 / (8 \cdot f) = 425.18 \text{ kN/m}$

Spannungsnachweis: zul. $\sigma_D = 9.33 \text{ MN/m}^2$ (C20/25)

vorh. $\sigma_D = 8.50 \text{ MN/m}^2 < 9.33$

Sicherheit gegen Herausgleiten: $\tan(45^\circ) / \tan(5.72^\circ) = 9.98$



0.75

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Zusammenfassung

Hinweise/Warnungen/Fehlermeldungen

Lastfall: 1

Aushub: B

*** Hinweis: Aufgelöste Bohrpfahlwand wird wie Trägerbohlwand berechnet

Hinweise / Ergebnisse zur Berechnung RTWALLS

- Bohrpfahlwand, aufgelöst:

gewählt: $D = 75 \text{ cm}$, Abstand $a = 2,0 \text{ m}$, Länge $8,40 \text{ m}$

Ergebnis der Bohrpfahlwandbemessung (Seite 5.4.14 ff.).

- Pfahlbiegebemessung (Seite 5.4.14):

gewählt: $11 \times D = 28 \text{ mm}$, $A_{s, \text{erf}} = 63,78 \text{ cm}^2$, vorh. $A_s = 67,76 \text{ cm}^2$

- Schubbemessung Pfahl (Seite 5.4.15):

Wendel $D = 16 \text{ mm}$ / $s = 25 \text{ cm}$, erf. $a_{s, w} = 15,08 \text{ cm}^2/\text{m}$, gew. $a_{s, w} = 16,09 \text{ cm}^2/\text{m}$

- Bemessung der Spritzbetonausfachung (Seite 5.4.16):

gewählt: 1 Lage luftseitig: Matte R 424A
Spritzbetonstärke $d = 10,0 \text{ cm}$

Die Einbindung wird für den Schnitt gewählt:

gewählt: $t = 4,80 \text{ m}$

Nachweis Steckträger und Holzausfachung

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der Seite 5.4.2 zu entnehmen.

Der ungünstigste Bemessungswert aus wird den folgenden Nachweisen zugrunde gelegt.

Hinweise zur Berechnung der Steckträger

Der Nachweis der Steckträger nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2010-12 (Biegedrillknicknachweis) erfolgt auf den folgenden Seiten mit dem Programmsystem Info-Graph für die max. Beanspruchung in der Bemessungssituation BS-T.

Für den Nachweis der Steckträger sind folgende Ansätze aus der Berechnung der Bohrpfahlwand zu berücksichtigen:

- Bohrpfahl $D = 75,0 \text{ cm}$, $a = 2,0 \text{ m}$ (maximale Werte)
- Steckträger Profil HEB 260, Abstand $a = 2,0 \text{ m}$
- Höhe des Steckträgerverbaus: $1,0 \text{ m}$

Schnittkräfte gemäß Berechnung:

$$Q_{g,k}(1,0 \text{ m}) = 6,5 \text{ kN/m (s.Seite 5.4.7)}$$

$$M_{g,k}(1,0 \text{ m}) = 2,7 \text{ kNm (s.Seite 5.4.7)}$$

$$N_{g,k}(1,0 \text{ m}) = 9,9 \text{ kN/m (s.Seite 5.4.7)}$$

Der Bemessungswert für die Steckträger ergibt sich mit dem Teilsicherheitsbeiwert für BS-T von

$$\gamma_G = 1,2 \text{ und}$$

$$\gamma_Q = 1,3.$$

Damit ist der maßgebende Bemessungswert für die Beanspruchung der Steckträger pro m:

$$Q_d = Q_{g,k} \times \gamma_G = 6,5 \times 1,2 = 7,8 \text{ kN/m}$$

$$M_d = M_{g,k} \times \gamma_G = 2,7 \times 1,2 = 3,3 \text{ kNm und}$$

$$N_d = N_{g,k} \times \gamma_G = 9,9 \times 1,2 = 11,9 \text{ kN/m.}$$

Bei einem Abstand von 2,0 m ergeben sich je Steckträger folgende Bemessungswerte:

$$Q_d = Q_d \times a = 7,8 \times 2,0 = 15,6 \text{ kN und}$$

$$M_d = M_d \times a = 3,3 \times 2,0 = 6,6 \text{ kNm.}$$

$$N_d = N_d \times a = 11,9 \times 2,0 = 23,8 \text{ kN.}$$

Für die Bemessung der Einspanntiefe sind folgende Bemessungswerte anzusetzen:

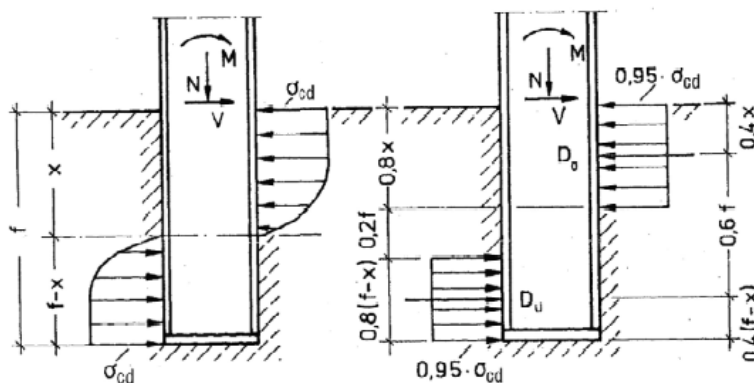
$$V_d = 15,6 \text{ kN}$$

$$M_d = 6,6 \text{ kNm}$$

$$N_d = 23,8 \text{ kN.}$$

Nachweis der Einspanntiefe in den Bohrpfahl

Quelle: Kahlmeyer/ Hebestreit/ Vogt, Stahlbau nach EC 3, 6. Auflage



Mindesteinspanntiefe in Abhängigkeit vom Beton

$$f = 1,04 \cdot V/p + \sqrt{2,12 \cdot (V/p)^2 + 4,17 \cdot M/p}$$

mit: $p = b \cdot 0,95 \cdot f_{cd}$

Mindesteinspanntiefe in Abhängigkeit vom Stützenprofil

$$f = \frac{M}{0,60 \cdot D_u - 0,40 \cdot V \cdot \left(1 - \frac{D_u}{2 \cdot D_u + V}\right)}$$

Die maximale Querkraft im Einspannungsbereich entspricht der Druckresultierenden D_u

$$\min f_{\tau} \rightarrow D_u = V_{R,d}$$

$V_{R,d}$ Grenzquerkraft des Stützenprofils

Vereinfachung für Walzträger:

$$V_{R,d} = t_s \cdot h_s \cdot \tau_{R,d}$$

mit t_s Stegdicke des Stützenprofils

h_s Abstand der Flanschmittellinien

Nachweis der Auflagerkonsole						
Schnitt	QS4					
$V_{(d)}$ Querkraft in OK Pfahl [kN]	15,6					
$M_{(d)}$ Moment in OK Pfahl [kNm]	6,6					
f_{ck} Betondruckfestigkeit [N/mm ²]	30					
α Abminderungsfaktor	0,85					
γ_c Teilsicherheitsbeiwert	1,50					
Trägerprofil	HEB 260					
b Breite Träger [mm]	260					
h Höhe Träger [mm]	300					
t_s Stegdicke [mm]	10,0					
t_f Flanschdicke [mm]	18					
$\tau_{R,d}$ Grenzscherbzw. Schubspannung [MN/m ²]	126					
Mindesteinspanntiefe in Abhängigkeit vom Beton:						
p [N/mm]	4199					
f [cm]	9					
Mindesteinspanntiefe in Abhängigkeit vom Stützenprofil:						
$V_{R,d}$ [kN]	356					
f [cm]	3					
gewählt: f [cm]	100					

Nachweis der zusätzlichen Wendelbewehrung						
Schnitt ^{x)}	QS1					
$f_{\text{gewählt}}$ [mm]	100					
p [N/mm]	4199,0					
$V_{(d)}$ Querkraft in OK Pfahl [kN]	15,6					
D_o [kN]	175,76					
f_{yk} Streckgrenze Betonstahl [N/mm ²]	500					
γ_M Teilsicherheit Betonstahl [-]	1,15					
erf. a_s zusätzl. Wendelbewehrung [cm ²]	4					
Verteilungshöhe [m]	2,00					
erf. a_{sw} zusätzl. Wendelbewehrung [cm ² /m]	2					
gewählt:						
Durchmesser [mm]	6					
Abstand Wendelgänge [cm]	9,0					
vorh. a_{sw} [cm ² /m]	6,28					

Bemessung des Steckträgers

Der Nachweis der Konsole nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2010-12 (Biegedrillknicknachweis) erfolgt auf den folgenden Seiten mit dem Programmsystem InfoGraph für die max. Beanspruchung des Steckträgers in der Bemessungssituation BS-T.

Die Bemessungswerte werden von der Berechnung der Einspanntiefe übernommen (Seite 5.4.21).

$N_d = 23,8 \text{ kN}$.

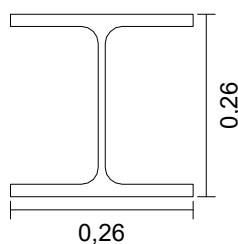
$M_d = 6,6 \text{ kN/m}$.

Als Trägerlänge wird $L = 1,0 + 1,0 \text{ m} = 2,0 \text{ m}$ berücksichtigt.

gewählt Steckträger

Steckträger: Profil HEB 260, S 235 JR, Profillänge ca. 2,0 m

Die Dicke der Holzausfachung wird vom Schnitt QS 3 mit $d = 10 \text{ cm}$ übernommen.

Biegedrillknicknachweis nach DIN EN 1993-1-1 mit NA:2015-08**Querschnitt: HEB 260**

$h = 260,0 \text{ mm}$
 $b = 260,0 \text{ mm}$
 $s = 10,0 \text{ mm}$
 $t = 17,5 \text{ mm}$
 $r = 24,0 \text{ mm}$

$A = 118,0 \text{ cm}^2$

$I_y = 14920,0 \text{ cm}^4$

$I_z = 5130,0 \text{ cm}^4$

$I_T = 124,0 \text{ cm}^4$

$I_{\omega} = 753700 \text{ cm}^6$

$i_y = 11,24 \text{ cm}$

$i_z = 6,59 \text{ cm}$

$i_p = 13,04 \text{ cm}$

Material: S235-EN

$f_{y,k} = 235 \text{ N/mm}^2$

E-Modul = 210000 N/mm^2

G-Modul = 81000 N/mm^2

$\gamma_{M1} = 1,10$

Einwirkungen in z-Richtung

$L = 2,00 \text{ m}$

$N_d = -23,80 \text{ kN}$

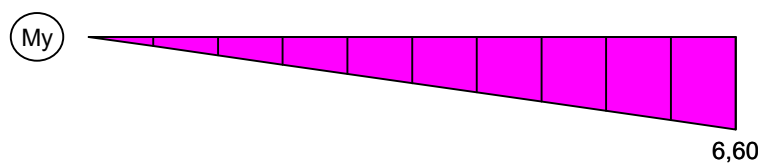
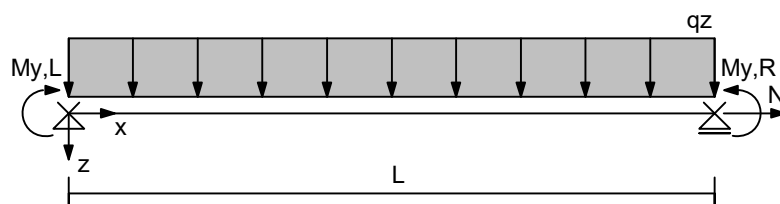
$q_{z,d} = 0,00 \text{ kN/m}$

$M_{y,d,links} = 0,00 \text{ kNm}$

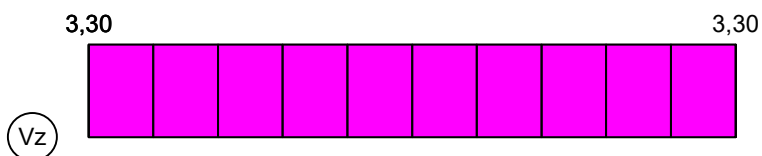
$M_{y,d,rechts} = 6,60 \text{ kNm}$

Lastangriffspunkt Schwerpunkt $\Rightarrow z_p = 0,00 \text{ cm}$

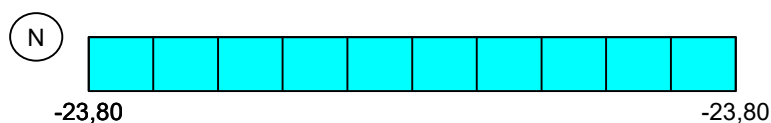
Die Stabenden sind gabelgelagert.



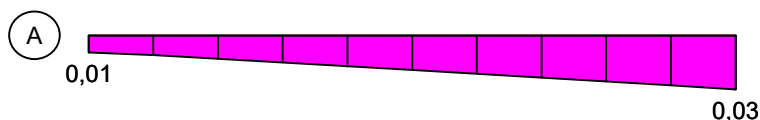
Max $M_{y,d} = 6,60 \text{ kNm}$



Max $V_{z,d} = 3,30 \text{ kN}$



Min $N_{d} = -23,80 \text{ kN}$



Maximale Ausnutzung = 0,03

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$ für Knicken um die y-Achse

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad I_y = 14920,0 \text{ cm}^4 \quad L_{cr,y} = 2,00 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = 77308,61 \text{ kN}$$

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$ für Knicken um die z-Achse

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2}$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad I_z = 5130,0 \text{ cm}^4 \quad L_{cr,z} = 2,00 \text{ m}$$

$$N_{cr,z} = 26581,31 \text{ kN}$$

Ideale Verzweigungslast $N_{cr,T}$ für Drillknicken

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_p^2} \left(\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_\omega}{L_{cr}^2} + G \cdot I_T \right)$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad G = 81000 \text{ N/mm}^2 \quad L_{cr} = 2,00 \text{ m}$$

$$I_\omega = 753700 \text{ cm}^6 \quad I_T = 124,0 \text{ cm}^4 \quad i_p = 13,0 \text{ cm}$$

$$N_{cr,T} = 28895,16 \text{ kN}$$

Verzweigungslastfaktor η_{cr} für das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr}

$$\eta_{cr} = 1013,81$$

Maßgebender Nachweis an der Stelle $x = 2,00 \text{ m}$

Bemessungswerte der Einwirkungen

$$N_{Ed} = -23,80 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed} = 3,30 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 6,60 \text{ kNm}$$

$$V_{y,Ed} = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$$

⇒ Querschnittsklasse 1

Plastische Beanspruchbarkeiten nach Tabelle 6.7

$$N_{Rk} = \pm 2773,00 \text{ kN}$$

$$M_{y,Rk} = \pm 301,48 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rk} = \pm 141,53 \text{ kNm}$$

Abminderungsbeiwerte für Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\chi = \frac{1}{\Theta + \sqrt{\Theta^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1 \quad (6.49)$$

$$\Theta = 0,5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\text{mit } \bar{\lambda}_y = 0,19$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,32$$

$$\alpha_y = 0,34 \quad \alpha_z = 0,49$$

$$N_{cr,y} = 77308,61 \text{ kN} \quad N_{cr,z} = 26581,31 \text{ kN}$$

nach Tabellen 6.1 und 6.2

$$\chi_y = 1,00$$

$$\chi_z = 0,94$$

Nachweis gegen Biegeknicken nach Kapitel 6.3.1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad (6.46)$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.47)$$

$$\text{mit } N_{Ed} = -23,80 \text{ kN} \quad f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 118,00 \text{ cm}^2 \quad \gamma_{M1} = 1,10$$

$$\chi_y = 1,00 \quad \chi_z = 0,94$$

$$N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0,01 \leq 1$$

$$N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0,01 \leq 1$$

Nachweis erfüllt !**Ideales Biegedrillknickmoment M_{cr}**

$$M_{cr} = \eta_{cr} \cdot M_{y,Ed}$$

$$M_{cr} = 1013,81 \cdot 6,60 = 6691,15 \text{ kNm}$$

Abminderungsbeiwert für Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2.3

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Theta_{LT} + \sqrt{\Theta_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \leq 1 \quad (6.57)$$

$$\Theta_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\text{mit } \bar{\lambda}_{LT} = 0,21 \quad \bar{\lambda}_{LT,0} = 0,40$$

$$\beta = 0,75 \quad \alpha_{LT} = 0,34 \quad \text{nach Tabellen 6.3 und 6.5}$$

$$M_{cr} = 6691,15 \text{ kNm} \quad W_{pl,y} = 1,2829 \text{e-03 m}^3 \quad \text{nach Tabelle 6.7}$$

$$\chi_{LT} = 1,00$$

Modifikation nach Gleichung (6.58)

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} \leq 1 \quad (6.58)$$

$$f = 1 - 0,5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \leq 1$$

$$f = 0,96 \quad k_c = 0,75 \quad \text{nach Tabelle 6.6}$$

$$\chi_{LT,mod} = 1,00$$

Nachweis gegen Biegedrillknicken nach Kapitel 6.3.2

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1 \quad (6.54)$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.55)$$

$$\text{mit } M_{Ed} = 6,60 \text{ kNm} \quad W_y = 1,2829 \text{e-03 m}^3$$

$$\gamma_{M1} = 1,10 \quad f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\chi_{LT} = \chi_{LT,mod} = 1,00$$

$$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,02 \leq 1$$

Nachweis erfüllt !

Interaktionsbeiwerte nach Anhang A

Äquivalente Momentenbeiwerte nach Tabelle A.2

$$\psi_y = 0,00 \quad \psi_z = 0,00$$

$$C_{my,0} = 0,79 \quad C_{mz,0} = 0,79$$

Hilfswerte nach Tabelle A.1

$N_{cr,y} = 77308,61 \text{ kN}$	$N_{cr,z} = 26581,31 \text{ kN}$	$N_{cr,T} = 28895,16 \text{ kN}$
$\mu_y = 1,00$	$\mu_z = 1,00$	$\bar{\lambda}_0 = 0,29$
$C_{my} = 0,92$	$C_{mz} = 0,79$	$C_{mLT} = 1,00$
$C_{yy} = 1,00$	$C_{yz} = 1,01$	
$C_{zy} = 1,00$	$C_{zz} = 1,01$	
$W_{el,y} = 1,1477e-03 \text{ m}^3$	$W_{el,z} = 3,9462e-04 \text{ m}^3$	
$W_{pl,y} = 1,2829e-03 \text{ m}^3$	$W_{pl,z} = 6,0225e-04 \text{ m}^3$	

Interaktionsbeiwerte nach Tabelle A.1

$$k_{yy} = 0,92 \quad k_{yz} = 0,55$$

$$k_{zy} = 0,48 \quad k_{zz} = 0,79$$

Nachweis für Biegung und Druck nach Kapitel 6.3.3

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1}} \leq 1 \quad (6.62)$$

mit $N_{Ed} = -23,80 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 6,60 \text{ kNm}$	$M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$
	$\Delta M_{y,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$	$\Delta M_{z,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$
$N_{Rk} = -2773,00 \text{ kN}$	$M_{y,Rk} = 301,48 \text{ kNm}$	$M_{z,Rk} = 141,53 \text{ kNm}$
$\chi_y = 1,00$	$k_{yy} = 0,92$	$k_{yz} = 0,55$
$\chi_z = 0,94$	$k_{zy} = 0,48$	$k_{zz} = 0,79$
$\gamma_{M1} = 1,10$	$\chi_{LT} = \chi_{LT,mod} = 1,00$	

$$0,01 + 0,02 + 0,00 = 0,03 \leq 1 \quad (6.61)$$

$$0,01 + 0,01 + 0,00 = 0,02 \leq 1 \quad (6.62)$$

Nachweis erfüllt !

5.5 Schnitt QS 5

Zur Ausführung kommt ein Bohrträgerverbau mit Spritzbetonausfachung als temporäre Baugrubensicherung.

Die geometrischen Bedingungen sind der Schnittdarstellung auf der nachfolgenden Seite zu entnehmen. Ergänzende Hinweise werden in der planerischen Querschnittszeichnung skizziert.

Für die Berechnung des Bohrträgerverbaus mit RTWALLS werden folgende Ansätze gewählt:

- Bohrträgerverbau
Träger HEB 300, Bohrdurchmesser 60 cm
a = 2,00 m

Ansatz einer Verkehrslast von $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ als ständige Last.

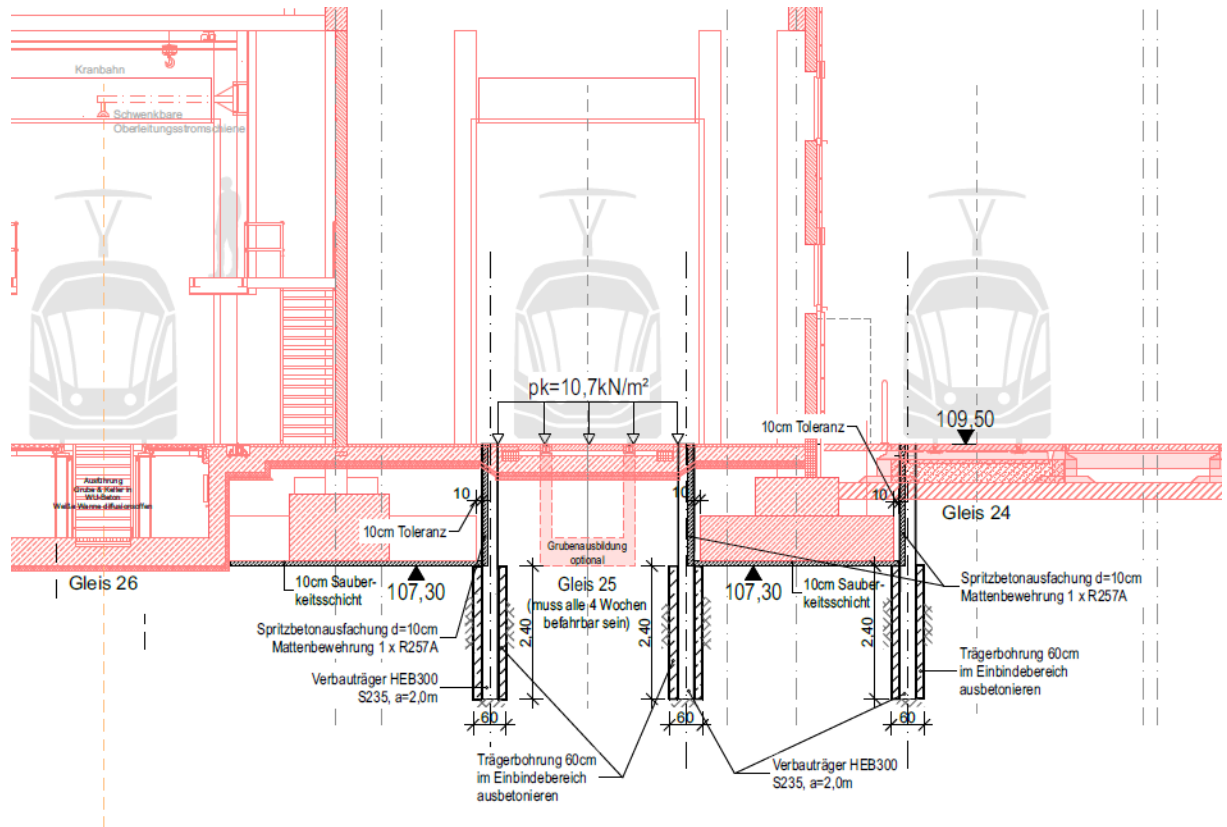
Ansatz Schienenverkehr gem. Abschnitt 3.1.

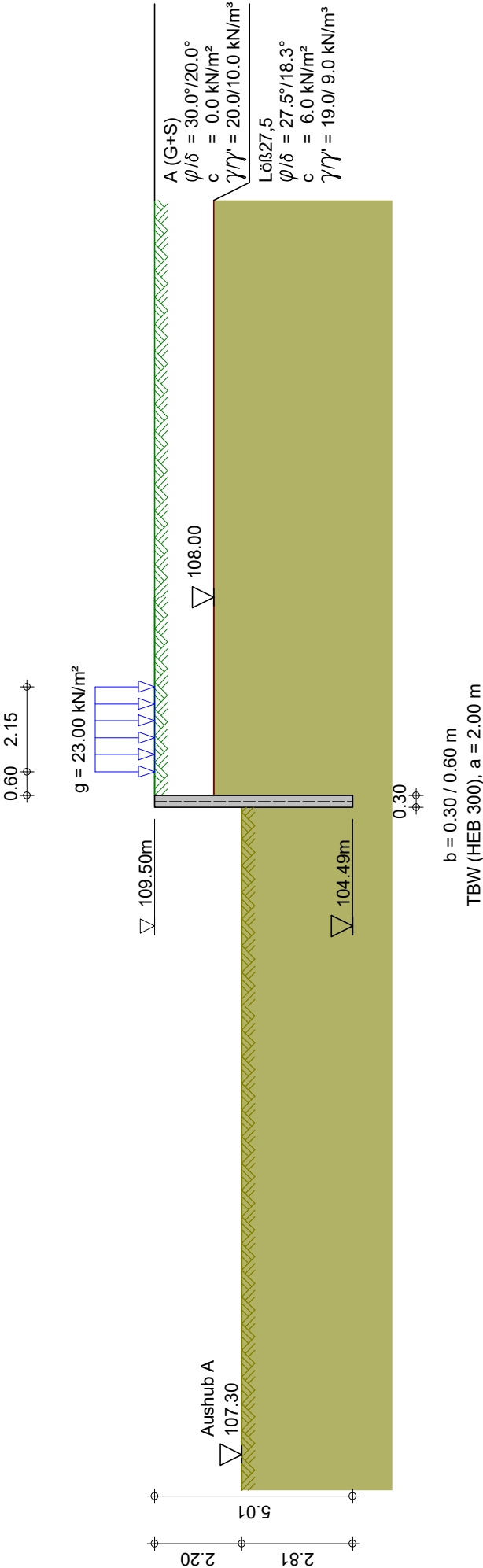
- Die Schichtenabfolge wird vereinfacht auf Grundlage der Bohrung BS 1 angesetzt.

Besonderheiten:

- Die Wahl des Verbauträgers sowie des Trägerabstandes erfolgt aus konstruktiven Gründen zur Begrenzung der Verbauverformungen.

Systemquerschnitt QS 5





Seite	1
Übersicht	
Maßstab	1: 150

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS5_V01.dbw

Berechnung nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7-1) und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
Erhöhter aktiver Erddruck, Ruhedruckanteil: 50.00 %
Bindiger Boden
Geländeoberkante auf 109.50 m
Grundwasserstand 94.50 m
Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
		a [m]	b [m]	EI [MN*m ²]		
1	Trägerbohlwand	0.00	0.00	210000.00	74.50	78.50
	HEB 300	0.00	11.00	1.2585E+04	30.00	
		2.00	0.60	26.43		

Erdschichtwerte

			A (G+S)	Löß27,5
Schichthöhe	h	[m]	1.50	98.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	30.00	27.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	20.00	18.33
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-20.00	-18.33
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	0.0	6.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	0.0	6.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	20.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	10.0	9.0
Mantelreibung		[MN/m ²]	0.00	0.04
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.00	0.80

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.279	0.311
Erddruckbeiwert	K_0	(Ruhe-)	0.500	0.538
Angesetzt: 50% K_{agh} + 50% K_0			0.390	0.425
Konzentrationsfaktor nach Fröhlich $n = 3$				
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	0.000	0.981
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.279	0.311
Beiwert Auflast	K_{0ph}	(Ruhe-)	0.500	0.538
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	5.737	4.697
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	0.000	5.957
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	5.737	4.697

LFK-Name Typ
1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x_A	x_E	z_Q	Typ
1 G	23.00	0.75	2.90	0.00	0

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 3

LF-Komb. 1

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: nach DIN 4085:2017

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv			
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500			
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300			
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100			
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200			
γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s	
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400	

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränniert
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Lastfallkomb. 1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.35	0.061	2.700	2.700	0.000
0.35	0.061	9.895	2.700	7.195
1.50	2.568	18.057	11.691	6.367
1.50	2.568	17.119	10.753	6.367
2.26	4.174	21.754	15.933	5.821
3.94	9.199	34.065	29.447	4.618
3.94	9.199	29.447	29.447	0.000
11.00	54.496	86.436	86.436	0.000
11.00	54.496	86.436	86.436	0.000
15.00	101.806	118.705	118.705	0.000
15.00	101.806	118.705	118.705	0.000
100.00	2948.490	443.522	443.522	0.000
100.00	2948.490	443.522	443.522	0.000

*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver
Mindesterdruk mit $\varphi_{\text{Ers}} = 40.0^\circ$ berücksichtigt

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	5
Aushub	A
LF-Komb.	1

Aushub Nr. A

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M	Summe M (räuml.Erddruck)
2.70	40.93	
3.70	10.48	
4.60	-126.51	
4.30	-66.02	
4.00	-20.97	
3.81	0.41	
3.81		51.14
4.81		-36.42
4.71		-21.46
4.52		2.60
4.55		-0.84
4.54		0.32

*** Hinweis: der Neigungswinkel der Ersatzkraft C
 δ_c wurde reduziert

Tiefe z [m]	δ_c [Grad] (urspr. Wert)	δ_c [Grad] (reduz. Wert)
1.500	10.000	0.557
11.000	9.167	0.511
15.000	9.167	0.511
100.000	9.167	0.511
Gesamtsumme V (char.)	6.07 kN/m	0.09 kN/m

Passiver Erddruck	char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]	$e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
2.200	0.000	2.200	0.000
2.200	-35.743	2.200	-27.494
4.540	-244.552	4.540	-188.117
Summe $E_{ph,k}$	-327.945 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-252.266 kN/m

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB25) = $0.2 \cdot 2.34 \text{ m} = 0.47 \text{ m}$
Gesamtlänge der Wand: 5.01 m, Einbindetiefe t = 2.81 m
(einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe z = 2.20 m, Wasserstand = 15.00 m
Fußstützkraft: $E_d = 155.16 \text{ kN} \leq R_d = 252.27 \text{ kN}$
Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -89.09 \text{ kN}$

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	6
Aushub	A
LF-Komb.	1

Räumlicher Erddruck nach DIN 4085:2017 je m Wandbreite

$b = 0.600 \text{ m}$, $\mu_{\text{pgh}} = 2.217$, $\mu_{\text{pch}} = 3.020$

b kleiner als $0.3h = 0.702 \text{ m}$,

Erdrwiderstand bei $\gamma_{\text{Ep}}/0.800 = 1.625$:

$R_k =$	200.38 kN
$R_d =$	123.31 kN
$E_d =$	123.68 kN ca. = R_d

Blocklasten mit kleinem Abstand zur Wand wurden nach EAB EB 22 als aktive Erddrucklasten angesetzt (höhere Gesamtlast)

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	10.7	0.00	0.00		
0.346	2.70	9.5	-0.05	-0.47		
0.346	9.89					
1.000	14.52	7.2	-2.80	-8.45		
1.500	18.06	5.4	-8.99	-16.59		
1.500	17.12					
2.200	21.38	3.2	-25.14	-30.07		
2.200	-11.83					
2.261	-13.63	3.0	-26.95	-29.29		
3.281	-43.78	0.7	-44.51	0.00	M	
3.661	-54.99	0.3	-41.09	18.73		
3.936	-63.12	0.1	-33.75	34.99		
4.540	-80.98	0.0	0.00	78.52		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. A	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	78.52	zugM	0.00
	minM	-44.51	zugQ	0.00,	minQ	-30.07	zugM	-25.14
	maxw	10.7 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	0.58	0.00
0.346	0.94	-0.26
0.346	2.25	-0.26
1.000	2.83	-1.92
1.500	3.27	-3.44
1.500	2.53	-3.44
2.200	2.84	-5.32
2.200	-1.59	-5.32
2.261	-1.92	-5.22
3.281	-7.46	-0.41
3.661	-9.53	2.80
3.936	-11.02	5.62
4.540	-14.30	13.27

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite	7
Aushub	A
LF-Komb.	1

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	4.04	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	2.66	
Fußersatzkraft: (1/2 C_v)	0.35	(δ_c)
Summe:	7.04	
 Erdwiderstand: ($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	6.96	

Nachweis: $V_k = 7.04 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 6.96 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

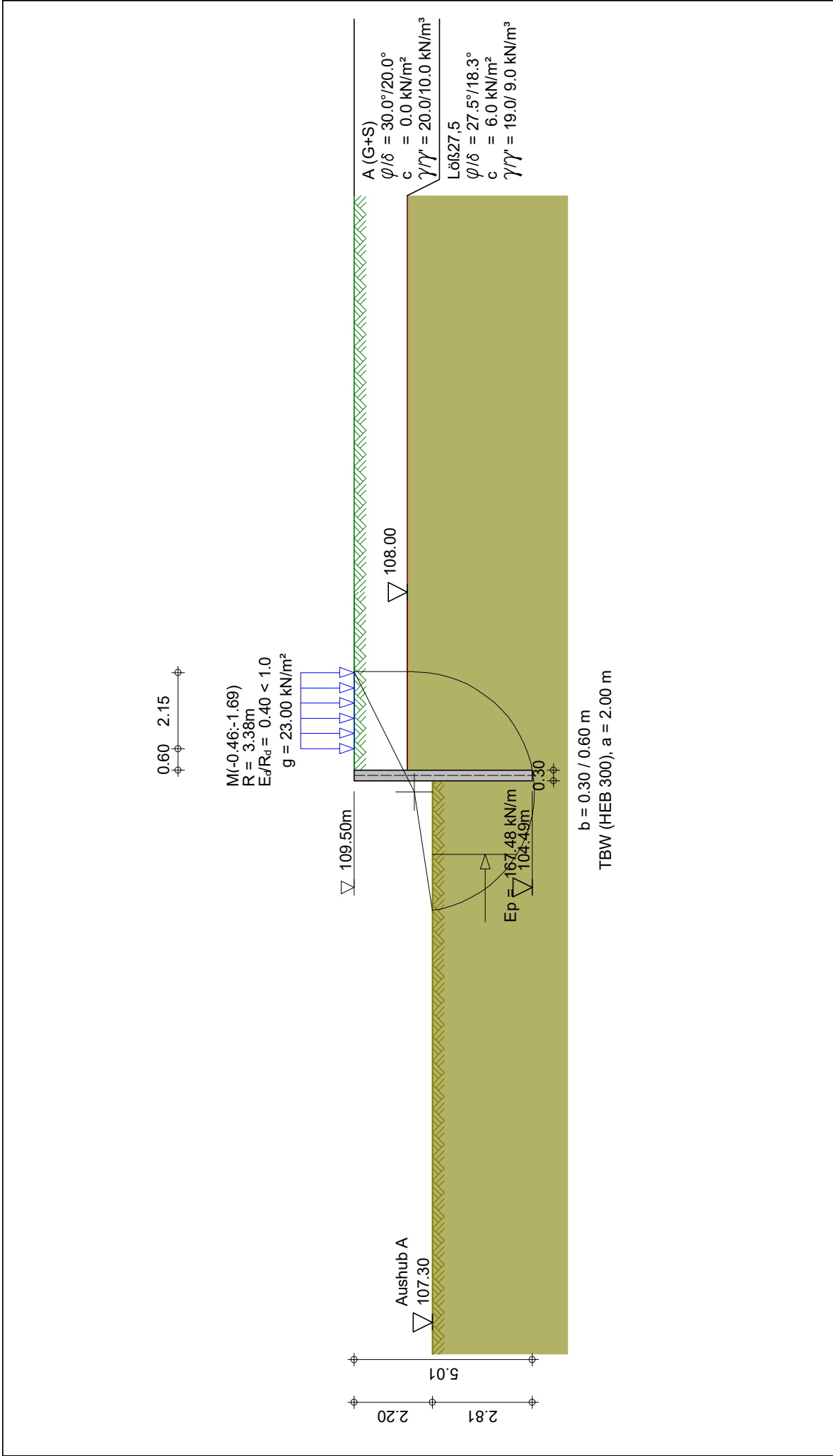
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	4.84	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	3.19	
Fußersatzkraft: (1/2 C_v)	-0.40	(δ_c)
Summe:	7.63	

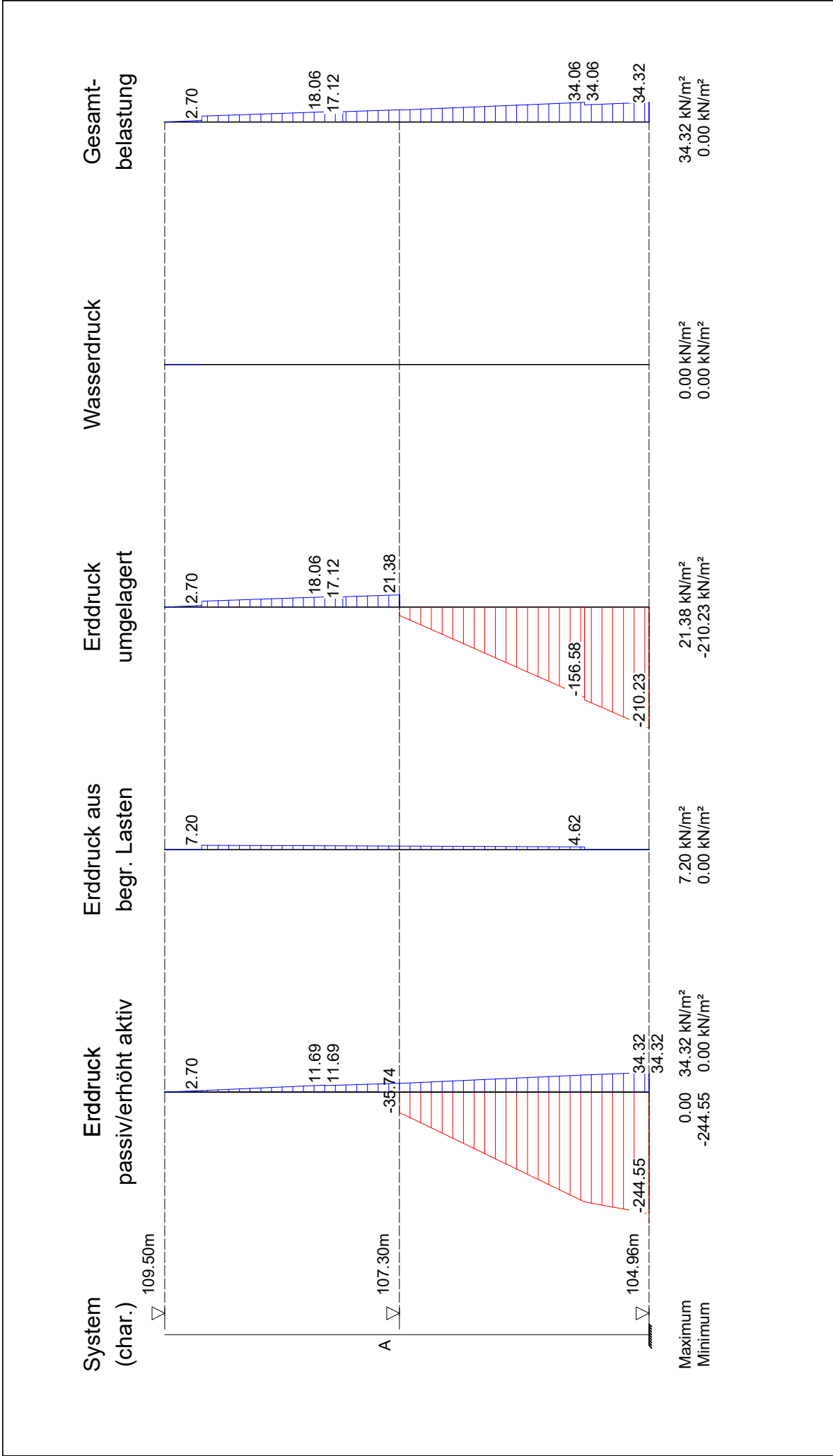
Widerstände:	R_d [kN/m]	
Fußfläche für Spitzendruck (cm^2/m):	1413.7	
(einbetonierter Pfahlfuß = Kreis)		
Anpassungsfaktor für Spitzendruck (EB 85):	0.920	
Spitzendruck:	74.32	
Mantelreibung:	31.51	
Summe:	105.83	

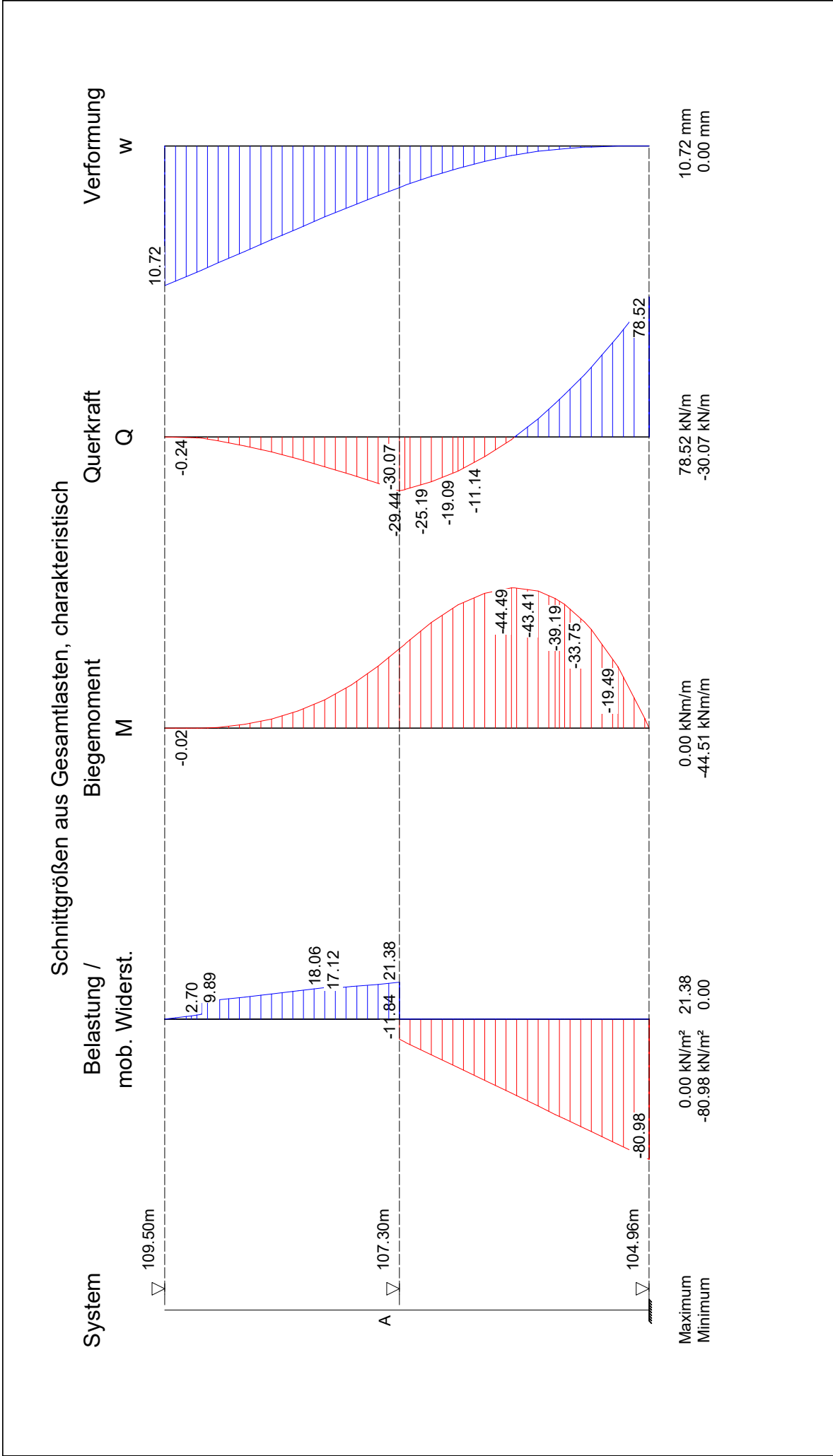
Nachweis: $V_d = 7.63 \text{ kN/m} \leq R_d = 105.83 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

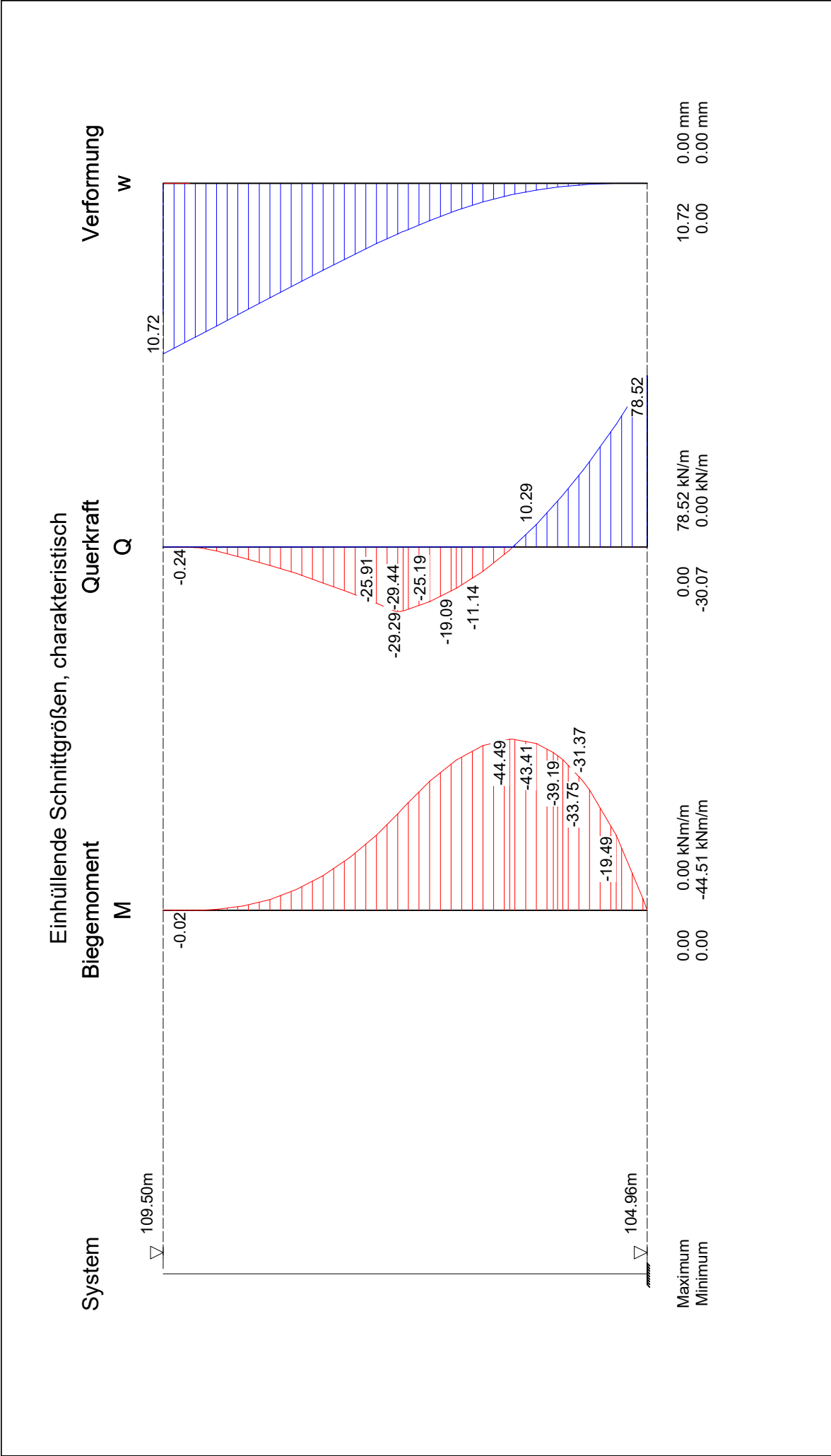


Seite	8
Aushub	A
LF-Komb.	1
Maßstab	: 1: 150





	Seite	10
	Aushub	A
	LF-Komb.	1
	Maßstab	: 1: 50



Seite 11	
Einhüllende	
Maßstab : 1: 50	

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Geländebruch-Nachweis, Aushub A

Eingabedatei: T:\2c_Projekte\2021\21116400\06-Daten\Berechnungen\DC\
QS5_V01@A.dbb

Berechnung nach: (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		A (G+S)	Löß27,5
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	30.00	27.50
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0	6.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0	19.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0	19.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0	9.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]		-2.65	-0.15	-0.15	0.15	0.15
		0.15	5.65			
z Gelände		-2.20	-2.20	-5.01	-5.01	-1.50
		0.00	0.00			
z Schicht	A (G+S)	-2.20	-2.20	-5.01	-5.01	-1.50
		-1.50	-1.50			
z Schicht	Löß27,5	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00			

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-2.65	-15.00
5.65	-15.00

Lage von Bauwerken

Nummer	X _{von} [m]	X _{bis} [m]	Z _{von} [m]	Z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.15	0.15	-5.01	0.00	2.93

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	Z _Q	γ	ψ
1 G	23.0	0.8	2.9	0.00	1.00	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.15 m bis 2.85 m, z von -3.00 m bis 2.00 m
 $\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,
mit Radius von R = 3.38 m bis 13.38 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: BS-T)

Gleitkörper von x = -3.80 bis 2.92 m
Gleitkreis: $x_M = -0.46$ m, $z_M = -1.69$ m, R = 3.38 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-2.11	0.22	10.01	0.00	0.00	27.50	6.0	-29.13
-1.87	0.25	12.14	0.00	0.00	27.50	6.0	-24.70
-1.62	0.25	12.63	0.00	0.00	27.50	6.0	-20.12
-1.38	0.25	13.02	0.00	0.00	27.50	6.0	-15.66
-1.12	0.25	13.30	0.00	0.00	27.50	6.0	-11.30
-0.88	0.25	13.49	0.00	0.00	27.50	6.0	-7.01
-0.63	0.25	13.60	0.00	0.00	27.50	6.0	-2.76
-0.38	0.25	13.61	0.00	0.00	27.50	6.0	1.48
-0.13	0.25	5.53	0.00	0.00	27.50	6.0	5.73
0.13	0.25	9.70	0.00	0.00	27.50	6.0	10.01
0.38	0.25	23.94	0.00	0.00	27.50	6.0	14.35
0.63	0.25	23.59	0.00	0.00	27.50	6.0	18.77
0.88	0.25	23.13	5.75	0.00	27.50	6.0	23.31
1.12	0.25	22.56	5.75	0.00	27.50	6.0	28.01
1.38	0.25	21.86	5.75	0.00	27.50	6.0	32.93
1.62	0.25	21.01	5.75	0.00	27.50	6.0	38.14
1.87	0.25	19.97	5.75	0.00	27.50	6.0	43.75
2.12	0.25	18.70	5.75	0.00	27.50	6.0	49.95
2.37	0.25	17.08	5.75	0.00	27.50	6.0	57.09
2.63	0.25	14.84	5.75	0.00	27.50	6.0	65.99
2.83	0.17	7.65	3.45	0.00	27.50	6.0	77.22

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Seite 14

x_M	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
-2.11	24.36	-16.46
-1.87	27.62	-17.15
-1.62	27.09	-14.69
-1.38	26.63	-11.88
-1.12	26.21	-8.81
-0.88	25.82	-5.57
-0.63	25.46	-2.21
-0.38	25.12	1.19
-0.13	12.71	1.87
0.13	18.94	5.70
0.38	40.47	20.05
0.63	40.28	25.65
0.88	49.06	38.62
1.12	49.27	44.94
1.38	49.71	50.73
1.62	50.44	55.85
1.87	51.59	60.13
2.12	53.41	63.26
2.37	56.49	64.78
2.63	62.63	63.56
2.83	49.97	36.58

Summen:

793.28

456.14

Einfluss von Bauwerken

Gewicht	Hebelarm	φ	ϑ	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]
2.93	0.46	24.35	7.86	4.41	1.35

Ansatz des Erdwiderstands bei $x = -2.22$ m:

Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{\text{rückh.}}$	$M_{\text{abtr.}}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
167.48	2.01	0.00	0.00	336.01	0.00

Kohäsionskraft im senkr. Bereich

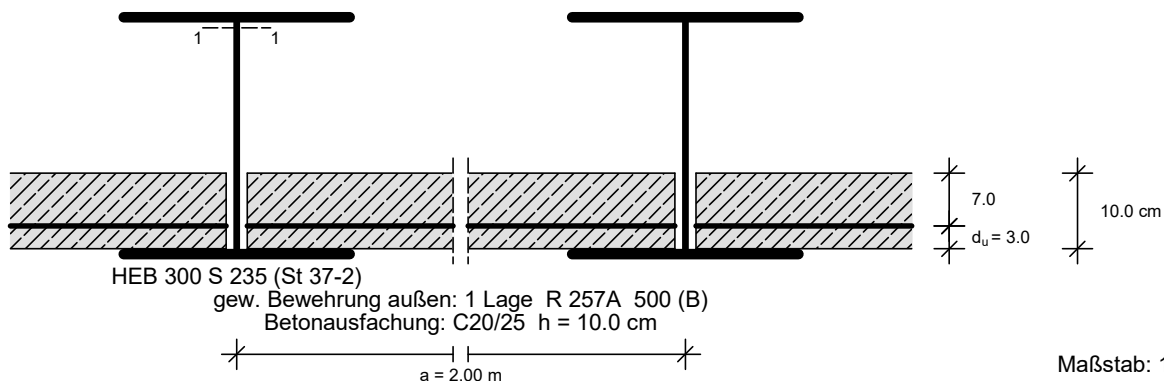
[kN/m]	Hebelarm	$M_{\text{rückh.}}$
[kN/m]	[m]	[kNm/m]
0.98	3.38	3.31

Einwirkungen $E_d = 457.49$ kN

Widerstände $R_d = 1137.01$ kN

$E_d/R_d = 0.40 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Trägerbohlwand (bis 104.96 m)**Maßgebende Schnittgrößen (je Träger):**

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten:

 γ_F nach Nachweisverfahren 2

für Widerstände:

 $\gamma_M = 1.00$ **Bemessungsschnittgrößen**

maßgebendes Moment	max. M_d =	0.00 kNm im Aushub A
	zug. N_d =	0.00 kN
	V_d =	0.00 kN
	bei z =	0.00 m
maßgebendes Moment	min. M_d =	-101.48 kNm im Aushub A
	zug. N_d =	-2.26 kN
	V_d =	3.23 kN
	bei z =	3.25 m
maßgebende Querkraft	max. V_d =	89.09 kN im Aushub A
	zug. M_d =	-0.64 kNm
	zug. N_d =	29.29 kN
	bei z =	4.54 m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: HEB 300, Stahlsorte: S 235 (St 37-2)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	=	117.00 kg/m
$W_{y,el}$	=	1680.00 cm ³
$W_{y,pl}$	=	1869.00 cm ³
A	=	149.00 cm ²
A_v	=	47.40 cm ²
EI	=	52.86 MNm ²
Streckgrenze	f_{yk} =	235.00 MN/m ²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 0.00)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	643.11	0.00		
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	Nein	Ja
	0.00	3501.50	0.00		
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$	-	Ja
	0.00	439.22	0.00		

min. M (z = 3.25)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	3.23	643.11	0.01	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-2.26	3501.50	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-101.48	439.22	0.23	-	Ja
max. V (z = 4.54)	Querschnittsklasse:		1		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	89.09	643.11	0.14	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	29.29	3501.50	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-0.64	439.22	0.00	-	Ja

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

L	=	4.54 m	(z ₁ = 0.00 , z ₂ = -4.54)
N _{Ed}	=	-1.67 kN	
M _{Ed}	=	-101.53 kNm	
s _k = 2.00 * L	=	9.08 m	
λ = s _k /0.130	=	69.86	
λ ₁	=	93.91	
λ' = λ/λ ₁	=	0.74	
nach EN 1993-1-1, Tab.6.1:	α	=	0.49
φ	=	0.91	
æ	=	0.70	
M _{cr}	=	486.66 kNm	
nach EN 1993-1-1, Tab.B.1:	k _{yy}	=	1.00

Nachweis nach EN 1993-1-1, 6.3.3:

$$N_{Rd} = N_{Rk} / \gamma_{M1} = A * f_y / 1.10 = 3183.18 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = M_{Rk} / \gamma_{M1} = W_{pl} * f_y / 1.10 = 399.29 \text{ kNm}$$

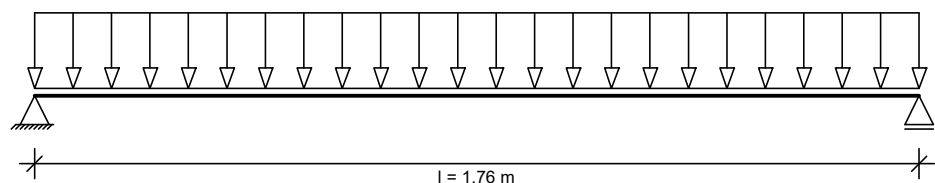
$$N_{Ed}/(\phi * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{Ed}/M_{Rd} = 0.00 + 0.25 = 0.26 < 1.0$$

NW ok
Ja

Bemessung der Spritzbetonausfachung nach DIN EN 1992 (Eurocode 2)

Trägerabstand a = 2.00 m
Stützweite l = 1.76 m

Statisches System:
Maßstab: 1:15



Maßgebende Belastung bei z = 2.20 im Aushub A, Lastfall 1 (Bemessungswerte)

Belastungen aus Bodeneigengewicht + großflächigen Auflasten g	=	17.46 kN/m ²
aus blockförmigen Auflasten p	=	6.74 kN/m ²
Abminderungsfaktor für g entsprechend EB 47:		0.67
Multiplikationsfaktor H-Druck:		1.00
Maßgebende Belastung q = 1.00*(0.67*17.46+6.74)	=	18.38 kN/m ²

Schnittgrößen: $\text{Max } M = 0.80 \cdot q \cdot l^2 / 8 = 0.80 \cdot 18.38 \cdot 1.76^2 / 8 = 5.69 \text{ kNm/m}$
(mit Abminderung für M entsprechend EB 47)

Biegebemessung: Beton C20/25 $d = 10.00$ $d_u = 3.00 \text{ cm}$ Bewehrung: 500 (B)
(Biegemoment erhöht um Faktor 1.25, da $h < 10 \text{ cm}$)
Betondehnung = -3.50 ‰ Dehnung Bewehrung = 22.59 ‰
erf. Druckbewehrung: keine (erdseitig)

erf. Zugbewehrung: $A_{s2} = 1.90 \text{ cm}^2/\text{m}$ (luftseitig)

gewählt: 1 Lage R 257A = $2.57 \text{ cm}^2/\text{m}$

Programm DC-Baugrube/Win Version 24.1.5
21116406

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

Hinweise / Ergebnisse zur Berechnung RTWALLS

- Verbauträger:

gewählt: HEB 300, S235, Abstand $a = 2,00$ m

- Spritzbetonbemessung (Seite 5.5.18):

gewählt: 1 Lage luftseitig: Matte R 257A
Spritzbetonstärke $d = 10,0$ cm

Die Einbindung wird für den Schnitt gewählt:

gewählt: $t = 2,40$ m

6. Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Die Verformungen der freiauskragenden Trägerbohlwände (QS 3+ QS 5) liegen bei maximal etwa **16 mm**. Bei den freiauskragenden , aufgelösten Bohrpfahlwänden (QS 1 + QS 2) entlang des Bestandsgebäudes liegen bei maximal etwa **6 mm**. Für die freiauskragenden , aufgelösten Bohrpfahlwänden (QS 4) im Kellerbereich wurde eine maximale rechnerische Verformung von etwa **27 mm** ermittelt.

Die rechnerisch ermittelten Verformungen können insgesamt als verträglich bewertet werden.