



IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Ringbahnstraße 12, 12099 Berlin

Beratung

Planung

Gutachten

Genehmigungsplanung

Baugrube

Bauvorhaben	Neubau Rosa-Luxemburg Stiftung Straße der Pariser Kommune 8 10243 Berlin
Auftraggeber	Grundstücksgesellschaft Straße der Pariser Kommune 8 mbH & Co. KG Franz-Mehring-Platz 1, 10243 Berlin
Generalplaner	ARGE Kim Nalleweg Trujillo Architekten Oranienstraße 183, 10999 Berlin
Bearbeiter	Dipl.-Ing. A. Schmit Dipl.-Ing. I. Friedrich-Keil
Projektnummer	P 021/16
Datum	02.03.2017

**IFK Ingenieurbüro
für Geotechnik GmbH**

Ringbahnstraße 12
12099 Berlin

T +49-30-367 590 64
F +49-30-367 590 66

info@ifk-blm.de
www.ifk-blm.de

Geschäftsführerin
Dipl.-Ing. I. Friedrich-Keil

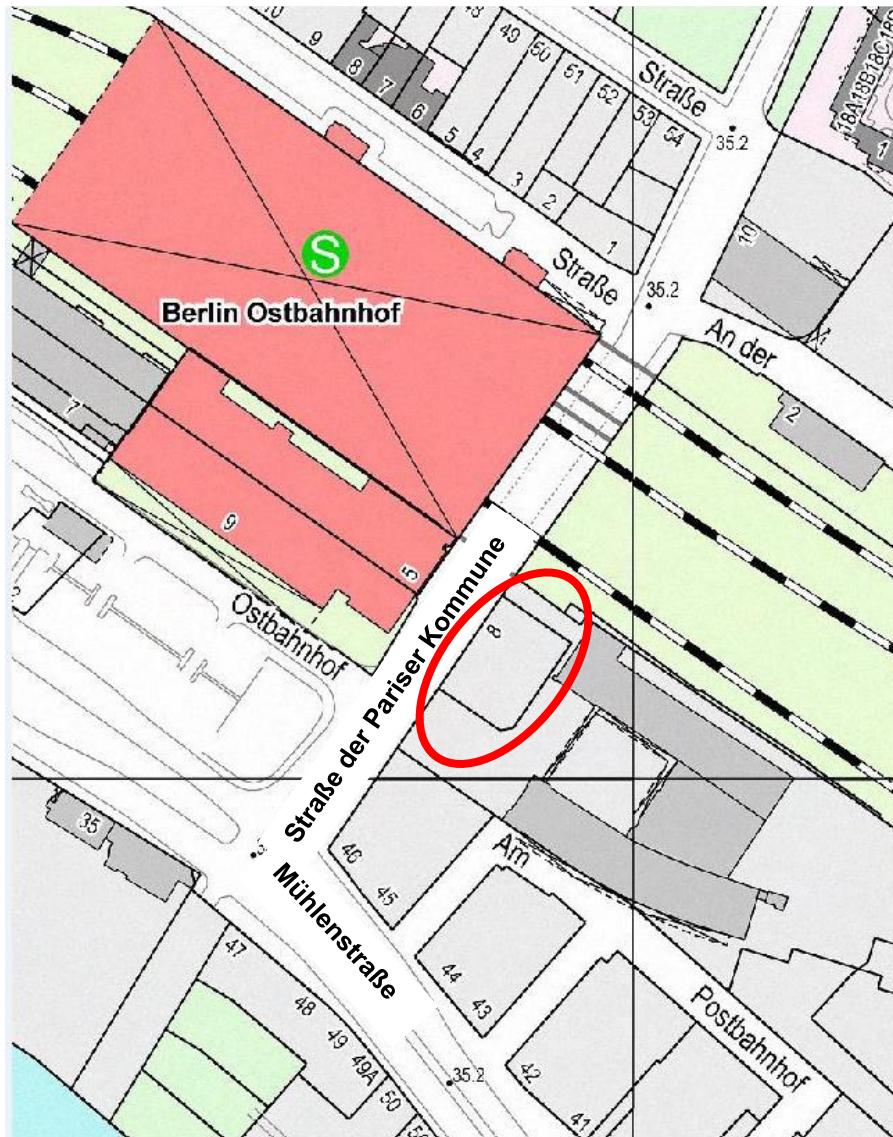
INHALTSVERZEICHNIS

1	VORBEMERKUNGEN	2
2	UNTERLAGEN.....	3
3	BAUGRUND.....	4
4	BERECHNUNGSANSÄTZE	5
4.1	DICHTSOHLE	7
4.2	BAUGRUBENSICHERUNG	8
5	BERECHNUNG DICHTSOHLE	10
6	BERECHNUNG BAUGRUBENSICHERUNG	12
6.1	SPW 1 - STRAßENLAND	12
6.2	SPW 2 – NACHBAR	46
6.3	AUSSTEIFUNG	70

1 VORBEMERKUNGEN

Die Rosa-Luxemburg Stiftung e.V. plant auf dem Gelände der Straße der Pariser Kommune 8 in Berlin-Friedrichshain die Errichtung ihrer Bürozentrale. Dem Bild 1 ist die Lage des Grundstücks zu entnehmen.

Bild 1 Übersicht



Das Grundstück befindet sich zwischen der Mühlenstraße und dem Bahnviadukt der Deutschen Bahn AG, sowie zwischen dem Ostbahnhof und einem Seitengebäude des Postbahnhofes. Derzeit ist das ca. 1.360 m² große Grundstück unbebaut. Die Länge des Grundstücks an der Straßenfront liegt bei ca. 43,0 m.

Inhalt dieser Unterlagen ist die Statische Bemessung der Baugrubensicherung als Spundwand mit DS-Sohle.

2 UNTERLAGEN

Für die Erarbeitung der statischen Berechnungen standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

Baugrund- und Planungsunterlagen

- /U 1.1/ Untergrunderkundung, Geotechnischer Bericht, orientierende Kontaminationsuntersuchung, Straße der Pariser Kommune 8 in 10243 Berlin-Friedrichshain, Projekt-Nr. 16 06 05, erstellt von Prof. Dr.-Ing. H. Müller-Kirchenbauer u. Partner GmbH, Kurfürstendamm 200 in 10719 Berlin, vom 16.08.2016
- /U 1.2/ Lageplan Straße der Pariser Kommune 8 in 10243 Berlin-Friedrichshain, erstellt von Heller Pateisat, öffentl. bestellte Vermessungsingenieure, Ahrensfelder Chaussee 150A in 12689 Berlin, vom 09.06.2015, M 1:200
- /U 1.3/ Tragwerksübersicht Gründung E11, Querschnitte E12 und Längsschnitte E13, Grundstücksges. Pariser Kommune 8, erstellt von SFB Saradshow Fishedick Berlin Bauingenieure GmbH, Mehringdamm 57 in 10961 Berlin, Entwurfsplanung Stand 30.01.2017, M 1:100
- /U 1.4/ Geotechnische Stellungnahme - Gründung und Baugrube (EP), Rosa-Luxemburg Stiftung, IFK Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH, vom 09.02.2017

Sonstiges

- /U 2.1/ EAB, Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, 5. Auflage
- /U 2.2/ DIN EN 1997-1: 2014-03, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- /U 2.3/ DIN 1054: 2010-12, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- /U 2.4/ Schneider Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen, 22. Auflage
- /U 2.5/ Grundbau-Taschenbuch, Teil 1 – 3 , Ernst & Sohn, 7. Auflage

3 BAUGRUND

Gemäß Geotechnischem Bericht /U 1.1/ stehen auf dem Baufeld folgende Schichten an:

Auffüllung

Sande

Geschiebemergel

Laut /U 1.1/ kann auf dem Grundstück eine Geländeoberkante von näherungsweise +35,50 m NHN angenommen werden. Das Bodenprofil wird aus den Ergebnissen der Erkundungen abgeleitet, welche der Straße der Pariser Kommune am nächsten liegen, siehe /U 1.1/. Dabei wird zusammenfassend die Unterkante der Auffüllungsschicht bei +32,40 m NHN angenommen, die von mitteldicht gelagerten bzw. locker gelagerten Sandschichten im Wechsel unterlagert wird. Der Geschiebemergel befindet sich in über 20 m Tiefe und spielt für die Dimensionierung der Baugrubensicherung keine Rolle.

Für die statischen Berechnungen können die Bodenkennwerte aus Bild 2 entnommen werden.

Bild 2 Bodenkennwerte, aus /U 1.1/

Charakteristische Bodenkennwerte							
Homogen- bereich	Bodenschicht		Feucht- wichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungs- winkel	Kohäsion	Steifemodul
			γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
			(kN/m³)	(kN/m³)	(°)	(kN/m²)	(MN/m²)
A	Auffüllung ¹⁾		17	9,5	30,0	0	÷
B	Sand/ Kies	locker	17	9,5	32,5	0	40 ... 60
		mitteldicht	17,5	10	35	0	70 ... 90
		dicht	18	10,5	36,5	0	100 ... 120
C	Geschiebe- mergel	steif- halbfest	22,0	12,0	30,0	5 - 10	30...40
		halbfest- fest	22,0	12,0	30,	15 - 20	40...60

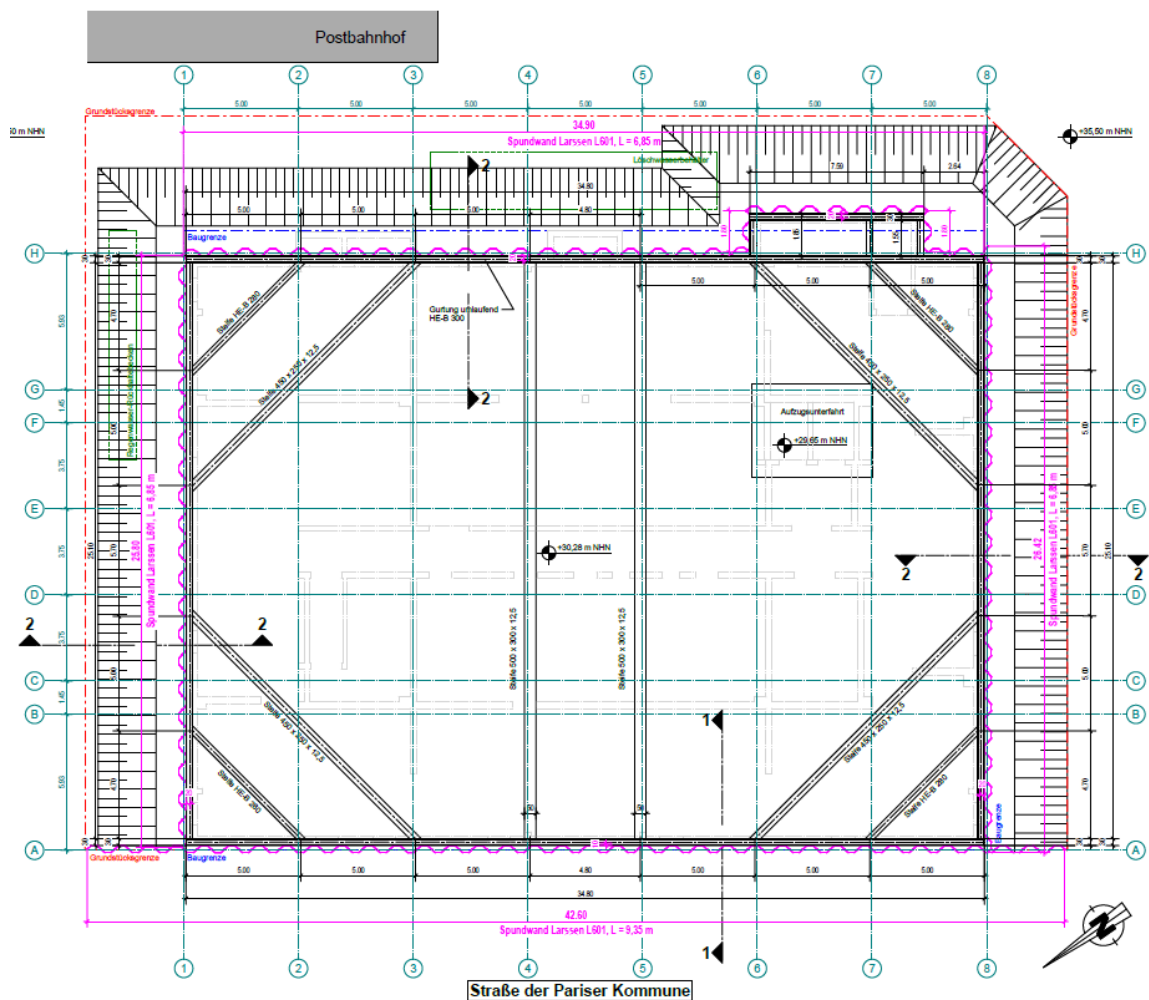
Für die Dimensionierung der Baugrubenwände kann von einem Bemessungswasserstand von +32,60 m NHN ausgegangen werden. Für die Bemessung der Dichtsohle wird gemäß /U 1.1/ ein Grundwasserstand von +32,90 m NHN angesetzt.

4 BERECHNUNGSANSÄTZE

Die Baugrube wird als Trogbaugrube mit abgesteiften Spundwänden und tiefliegender Düsenstrahlsohle konzipiert.

Die Aufteilung der Steifen im Grundriss kann dem Bild 3 entnommen werden.

Bild 3 Baugrube – Grundriss



An der Straße der Pariser Kommune sowie im Bereich des benachbarten Gebäudes wird die Spundwand bis zur Geländeoberkante geführt. Aus wirtschaftlichen Gründen wird in den übrigen Bereichen an der Spundwandoberkante eine Böschung vorgesehen.

Durch die Ordinate des aktuellen Grundwasserstandes bei ca. +32,40 m NHN kann nach dem Einbringen der Spundwände ein Vorhaushub zum Einbringen der DS-Sohle und der Gurtung und Steifen vorgenommen werden. Die aussteifende Konstruktion einer umlaufenden Gurtung mit Steifen erfolgt auf der Ordinate von ca. +33,00 m NHN. Nach Herstellung und Aushärten der DS-Sohle wird die Dichtigkeit der Baugrube über einen Pumpversuch geprüft.

Der Aushub erfolgt für die Fundamentunterkante -5,12 m unter Baunull (vgl. Tragwerksübersicht /U 1.3/) zzgl. 10 cm Sauberkeitsschicht und liegt somit bei +30,28 m NHN. Die erforderliche Aushubkubatur für die etwas tiefer liegende Aufzugsnachfahrt (-5,75 m u. BN) kann über die gesamte Baugrubenfläche „verschmiert“ werden:

Mehraushub Aufzug $4,5 \cdot 5,0 \cdot (5,75 - 5,12) = 14,20 \text{ m}^3$

Fläche Baugrube $35,0 \cdot 26,0 = 910 \text{ m}^2$

Tiefe „verschmiert“ $14,20 / 910 = 0,0156 \text{ m} = 1,56 \text{ cm} \rightarrow \text{vernachlässigbar für Baugrubenwand}$

4.1 DICHTSOHLE

Das statische System der Baugrubensicherung erfolgt derart, dass die Dichtsohle als tiefliegende Dichtsohle ausgebildet wird, d.h. das zwischen Endaushub / Baugrubensohle und Dichtsohle liegende Bodenkpaket reicht aus, um die Auftriebssicherheit zu gewährleisten.

Die Berechnung wird unter Ansatz folgender Randbedingungen durchgeführt:

Normen

Die Statischen Berechnungen erfolgen nach EC 7 für folgende Bemessungssituationen:

DS-Sohle BS-T

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen wird nach der EAB /U 2.1/ für den Grenzzustand UPL geführt.

Material

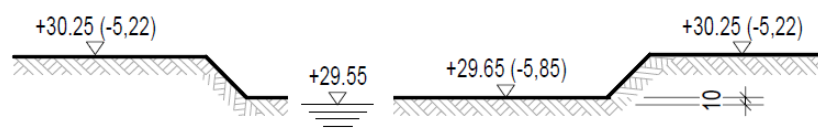
DS-Sohle $f_{mk} \geq 5 \text{ N/mm}^2$

Höhenangaben

Die GOK, welche in die Berechnung eingeht, wird mit +35,50 m NHN angesetzt. Der Bemessungswasserstand entspricht der Ordinate +32,90 m NHN, siehe auch Abschnitt 3.

Die Mächtigkeit der DS-Sohle wird mit 1,0 m angenommen. Der Bemessungswasserspiegel (+32,90 m NHN) wird 0,7 m unter BGS (+30,25 m NHN, sichere Seite) auf +29,55 m NHN abgesenkt, vgl. Bild 4.

Bild 4 Aushubordinaten Auftriebsnachweis



4.2 BAUGRUBENSICHERUNG

Die Baugrube wird auf Grund der örtlichen Verhältnisse, d.h. der direkten Grenze an das Straßenland, der benachbarten Bebauung sowie der Nähe zu den Viadukten der Deutschen Bahn als abgesteifte Spundwand konzipiert.

Die Berechnung wird unter Ansatz folgender Randbedingungen durchgeführt:

Erddruck

SPW 1:	$E = E_a$	Ansatz des aktiven Erddruckes
SPW 2:	$E = \frac{1}{2} E_a + \frac{1}{2} E_0$	Ansatz des erhöhten aktiven Erddruckes (am Bestandsgebäude)
Die Umlagerung des Erddruckes erfolgt nach EAB /U 2.1/.		

Berechnungsprogramme

Die Berechnung wird mit folgenden Programmen durchgeführt:

RT-Walls der RIB-Bausoftware Version 14.0 – Verbauwände

RuckZuck 6, 0, 0, 11 - 2D Stabstatikprogramm

Belastung Baugrubensicherung

SPW 1+2	$p_k = 10 \text{ kN/m}^2$	großflächige Auflast
SPW 1	$q_k = 20 \text{ kN/m}^2, b = 1,50 \text{ m}$	Zusätzliche Streifenlast für Bagger / Hebezeuge (EAB /U 2.1/)
SPW 2	$p_k = 300 \text{ bzw. } 200 \text{ kN/m}^2$	Fundamentlasten Postbahnhof (Annahmen auf sicherer Seite)
$b = 2,00 \text{ m}, a = 8,00 \text{ bzw. } 14,00 \text{ m}$ (Abstand zur Wand)		

Ein Kranstandort auf der Geländeoberfläche ist nicht vorgesehen.

Normen

Die Statischen Berechnungen erfolgen nach EC 7 für folgende Bemessungssituationen:

SPW	BS-T
-----	------

Material

SPW	S240GP
-----	--------

Aussteifung S235JR

Höhenangaben

- SPW 1 OK Spundwand = GOK = +35,50 m NHN
- SPW 2 OK Spundwand = GOK - 2,50 m = 33,0 m NHN
- SPW 1+2 UK Spundwand = statisch erforderliche Länge od. UK DS-Sohle
- BGS = +30,28 m NHN
- Aussteifung = +32,85 m NHN

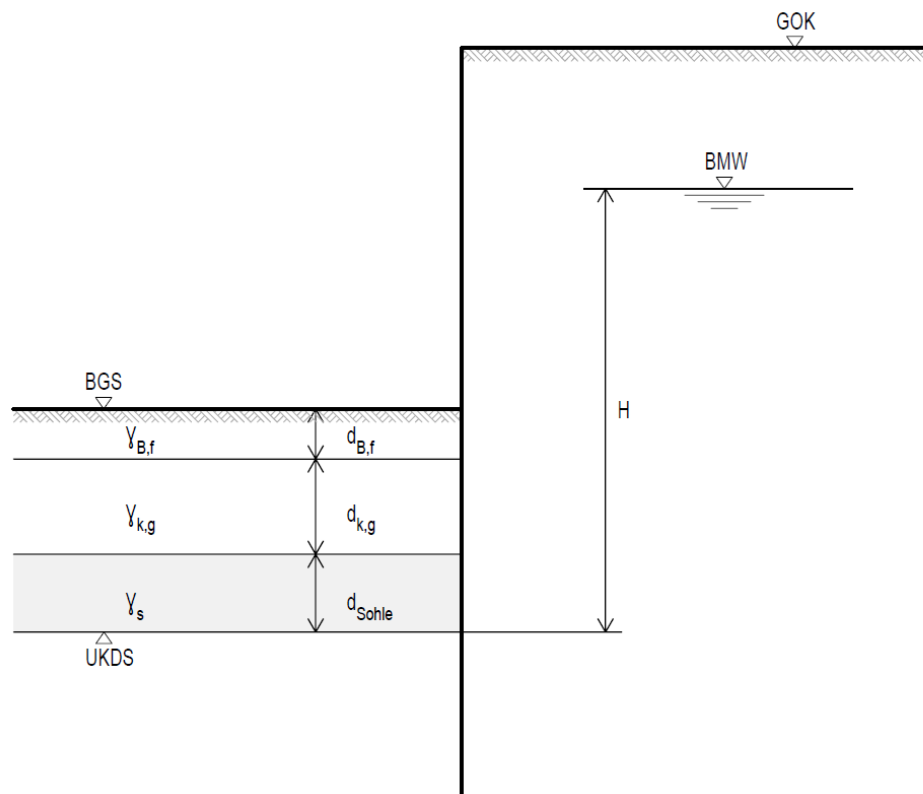
Bauzustände

Berechnung der Spundwand in 3 Bauzuständen:

1. BZ A Aushub für Einbau Aussteifung
2. BZ B Aushub bis BGS -5,22 / +30,68 m NHN nach Herstellen der Dichtsohle und Grundwasserabsenkung 0,5 m u. BGS (rechnerischer Ansatz)
 → maßgebend für die Länge der Spundwand
3. BZ R Rückbauzustand mit Ausbau Steife nach Betonieren der Bodenplatte bis +31,68 m NHN
 → maßgebend für die Bemessung des Spundwandprofils

5 BERECHNUNG DICHTSOEHLE

Bild 5 Schema Berechnung tiefliegende DS-Sohle



UK DS-Sohle +26,25 m NHN

Die Ermittlung der Höhe der Bodenaufkast und daraus folgend die Unterseite der DS-Sohle erfolgt nach Tabelle 1

Tabelle 1 Dimensionierung DS-Sohle

Geotechnische Nachweise nach EC 7 und DIN 1054

$$A_{dst,k} \cdot \gamma_{G,dst} \leq G_{stb,k} \cdot \gamma_{G,stb} = (G_{Sohle} + G_{Boden}) \cdot \gamma_{G,stb}$$

Teilsicherheitsbeiwerte für die vorübergehende Bemessungssituation BS-T

$\gamma_{G,dst}$	1,05	-
$\gamma_{G,stb}$	0,95	-

Ständige Auftriebskraft als destabilisierende Kraft

$$A_{dst,k} = H \cdot \gamma_w \quad \text{kN/m}^2$$

Stabilisierende Gewichtskraft, günstige Einwirkungen aus Eigengewicht

Eigengewicht der <u>Sohle</u>	$G_{Sohle,k} = d_{Sohle} \cdot \gamma_s$	kN/m ²
Eigengewicht des <u>Bodens</u>	$G_{Boden,k} = (d_{B,f} \cdot \gamma_{k,f} + d_{B,g} \cdot \gamma_{k,g})$	kN/m ²

Bezeichnungen

Geländeoberkante	GOK	35,50	m NHN
Bemessungswasserstand	BMW	32,90	m NHN
Baugrubensohle	BGS	30,25	m NHN
Unterkante DS-Sohle	UKDS	-	mNHN
Höhe BMW bis UKDS	$H = BMW - BGS + d_{B,f} + d_{B,g} + d_{Sohle}$		
Höhe erdfeuchter Boden	$d_{B,f}$	0,70	m
Höhe wassergesättigter Boden	$d_{B,g}$	-	m
Höhe Boden-Sohle	$d_{Boden} = d_{B,f} + d_{B,g}$		m
Dicke DS-Sohle	d_{Sohle}	1,00	m
Wichte Boden, erdfeucht	$\gamma_{k,f}$	17,00	kN/m ³
Wichte Boden, gesättigt	$\gamma_{k,g}$	19,00	kN/m ³
Wichte des Wassers	γ_w	10,00	kN/m ³
Wichte DS-Sohle	γ_s	18,00	kN/m ³

Berechnung

$$A_{dst,d} = G_{stb,d}$$

$$A_{dst,d} = \gamma_{G,dst} \cdot H \cdot \gamma_w = \gamma_{G,dst} \cdot (BMW - BGS + d_{B,f} + d_{B,g} + d_{Sohle}) \cdot \gamma_w$$

$$G_{stb,d} = \gamma_{G,stb} \cdot (d_{Sohle} \cdot \gamma_s + d_{B,f} \cdot \gamma_{k,f} + d_{B,g} \cdot \gamma_{k,g})$$

$$\gamma_{G,dst} \cdot (BMW - BGS + d_{B,f} + d_{Sohle}) \cdot \gamma_w + \gamma_{G,dst} \cdot d_{B,g} \cdot \gamma_w = \gamma_{G,stb} \cdot (d_{Sohle} \cdot \gamma_s + d_{B,f} \cdot \gamma_{k,f}) + \gamma_{G,stb} \cdot d_{B,g} \cdot \gamma_{k,g}$$

Ergebnis

$d_{B,g}$	2,30	m
H	6,65	m
UKDS	26,25	mNHN

Nachweis

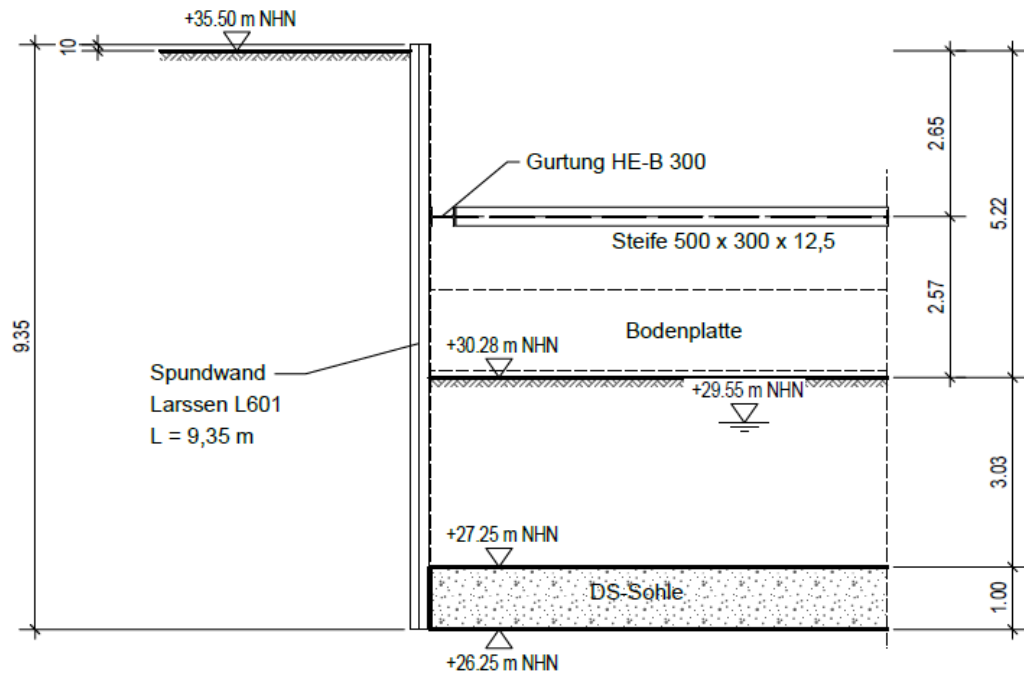
$$A_{dst,d} \leq G_{stb,d}$$

$A_{dst,d}$	69,83	kN/m ²	
$G_{stb,d}$	73,60	kN/m ²	
$A_{dst,d} / G_{stb,d}$	0,949	< 1	NW erfüllt

6 BERECHNUNG BAUGRUBENSICHERUNG

6.1 SPW 1 - STRAßENLAND

System



SpW	L 601	S240GP
	L ≥ 9,35 m (statisch erforderlich 7,38 m → konstr. verlängert bis UK DS-Sohle)	
Gurtung	HE-B 300	S235JR
Steifen	HE-B 280	S235JR
	L ≤ 7,07 m	
	450x250x12,5	S235JR
	L ≤ 14,14	
	500x300x12,5	S235JR
	L ≤ 26,00 m	

RIB Programm RTwalls

Version: 14.0 23012014

Projektname: Rosa-Luxemburg

Dateiname: SpW - Straßenland.rtw

Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.

Verwendete Norm: EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: $x = 0.00$ m $z = 0.00$ m

Wandtyp: Spundwand, Salzgitter/ThyssenKrupp LARSEN U-Profil, L601

Material: S235

Trägheitsmoment $I = 11520$ cm⁴Querschnittsfläche $A = 98$ cm²Schubfläche $A_q = 55$ cm²EI $EI = 24192.00$ kNm²EA $EA = 2064300$ kNWandgewicht $g = 0.78$ kN/m

Erdschichtwerte:

Auffüllung	Auffüllung
Auffüllung	Auffüllung
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi

Legende:

ϕ [°]	...Winkel der inneren Reibung
δ_a [°]	...Wandreibungswinkel aktiv
δ_p [°]	...Wandreibungswinkel passiv
c' [kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
δ_c [°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
δ_{av} [°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Auffüllung	30.00	20.00	-20.00	0.00	17.00	9.50
Sand, midi	35.00	23.33	-15.00	0.00	17.50	10.00
Sand, lo	32.50	21.67	-15.00	0.00	17.00	9.50

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Auffüllung	10.00	20.00	---	---	---	---
Sand, midi	11.67	23.33	---	---	---	---
Sand, lo	10.83	21.67	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Auffüllung	Nein	0.000000	---
Sand, midi	Nein	0.000000	---
Sand, lo	Nein	0.000000	---

Abstützung:

z[m]	Neig.[°]	Art	Feder[kN]	Drehfed[kN]
2.65	0.00	verschieblich	-	-

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

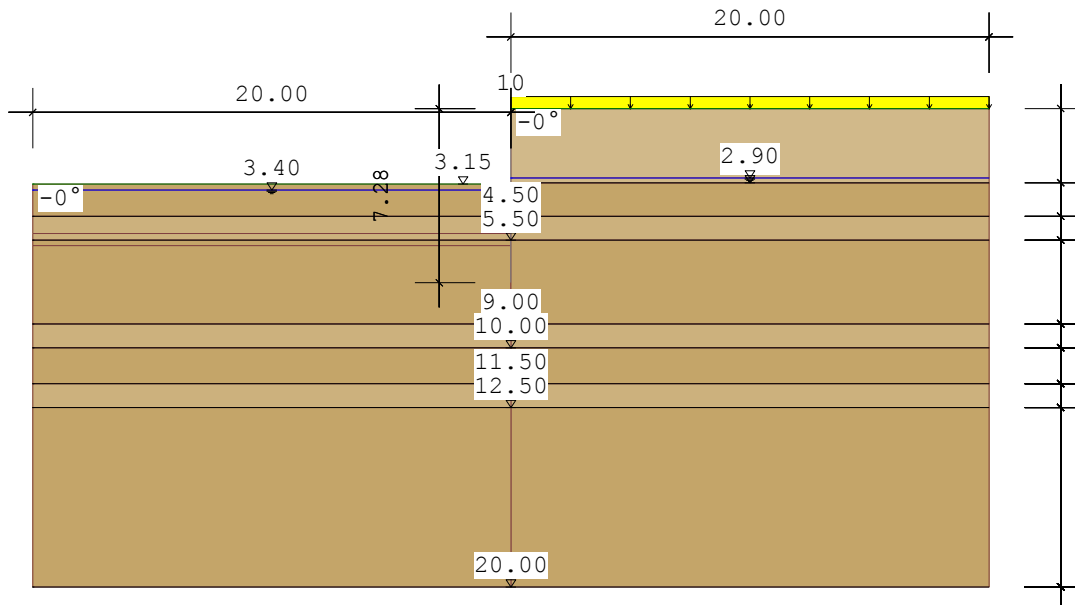
Verwendete Norm: EN 1997-1

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruchedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	--	1.10	--
ungünstig, ständig	1.10	--	1.10	--
günstig, veränderlich:	0.00	--	0.90	--
ungünstig, veränderlich:	1.50	--	1.50	--
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR, GEO-2: Widerstände (Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.20	1.25	1.30
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 3.15 m

Belastung:

Belastung auf das System.

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:

Wasserstand rechts:

Wasserverlauf horizontal: $z=2.90 \text{ m}$

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z=3.40 \text{ m}$

Berechnungsoptionen Bauzust. A

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.

Art der Kopflagerung: frei

Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

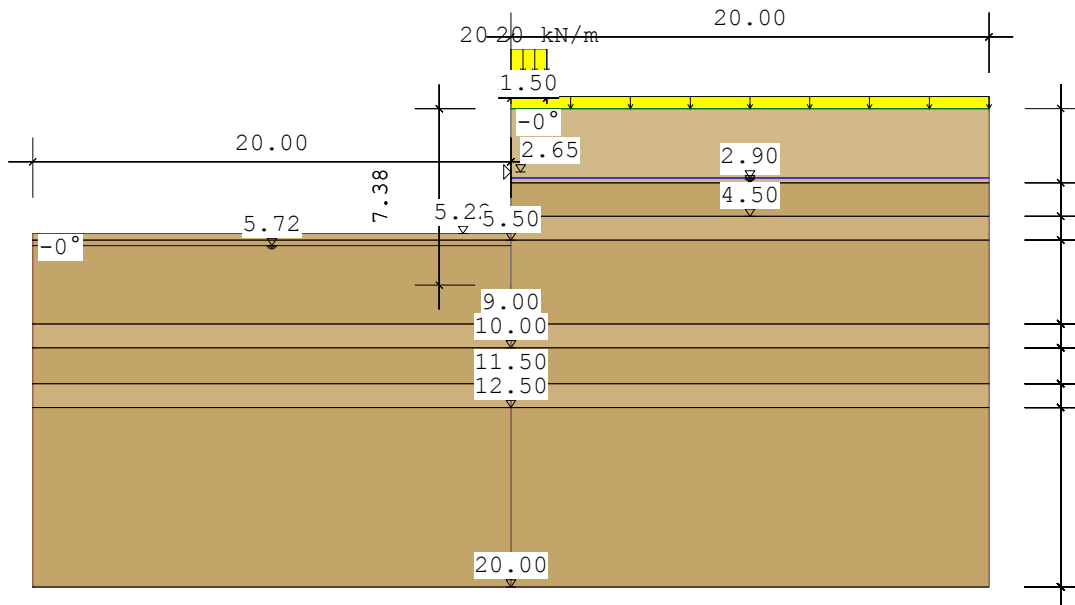
Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m

Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Bauzustand B:

Aushubtiefe $z_s = 5.22$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x [m]	z [m]	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	dx [m]	dz [m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	0.00	20.00	20.00	1.50	0.00	Ja	Nein

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m ²]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:**Wasserstand rechts:**

Wasserverlauf horizontal: $z = 2.90$ m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: $z = 5.72$ m

Abstützung:

z [m]	Neig. [°]	Art	Feder [kN]	Drehfed [kN]
2.65	0.00	verschieblich	-	-

Berechnungsoptionen Bauzust. B**Allgemein:**

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Geometrie trapezförmig.

z1: 2.65 m z2: 5.22 m Reduzierung eps: 0.00

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m

Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ergebnis:**Bauzustand A BS-T(2):**

Aushubtiefe zs= 3.15 m

Berechnete Wandlänge = 7.28 m

Einbindetiefe ts= 4.13 m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	3.387	-56.104
2	5.387	-95.830
3	7.387	160.547
4	6.497	-14.611
5	6.679	13.262
6	6.566	-3.499
7	6.614	3.889
8	6.585	-1.981
9	6.609	2.429
10	6.588	-0.560
11	6.594	-0.521
12	6.599	0.933
13	6.590	-0.534

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe zs[m]: 3.15 m

Wandfuß zF[m] (ohne Längenzuschlag): 6.59 m

Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 3.44 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag delta t= 0.2*t= 0.69 m

Neuer Fußpunkt Wand: zF+delta_t=6.59+0.69= 7.28 m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

z1 [m]	z2 [m]	gamma [kN/m3]	g [kN/m2]
0.00	2.90	17.00	49.30
2.90	3.10	9.50	1.90
3.10	4.50	10.00	14.00
4.50	5.50	9.50	9.50
5.50	6.59	10.00	10.90
Summe g:			85.60
Summe p:			10.00

$k_{phC} = f(\phi, \delta C) = f(35.00^\circ, 11.67^\circ) = 2.04$
 $Chd = Chg, k \cdot \gamma_g + Chq, k \cdot \gamma_Q + Chw, k \cdot \gamma_W = 147.56 \text{ kN}$
 $\delta t = Chd / (2 \cdot [(g+p) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c_a \cdot \sqrt{k_{phC}}] / \gamma_{Ep}) = 0.49 \text{ m}$
 $147.56 / (2 \cdot ((85.60 + 10.00) \cdot 2.04 + 2 \cdot 0.00 \cdot \sqrt{2.04})) / 1.30 = 0.49 \text{ m}$
 Neuer Fußpunkt Wand: $z_F + \delta t = 6.59 + 0.49 = 7.08 \text{ m}$

Es wird der Rammtiefenzuschlag nach EAB verwendet.

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Bodenart: nicht bindiger Boden.

Art der Erddruckberechnung: aktiv

Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.

Berücksichtigung der Kohäsion nach DIN 4085 min kagh: 0.20

negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja

Gleitflächenwinkel: $45 + \phi/2$

Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung): Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch

Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m

Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

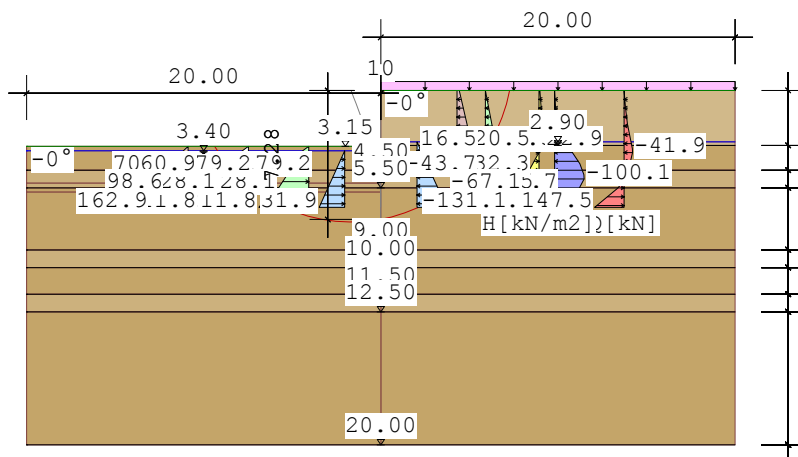


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

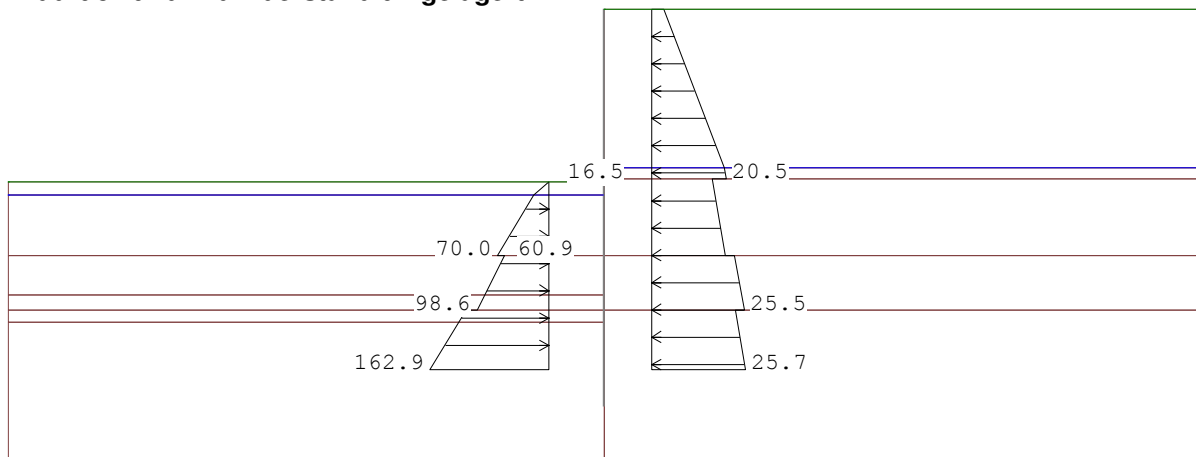
Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	0.4264	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	0.4627	--
Sand, lo	-15.00	-0.00	--	--	--	--	--
Sand, midi	-15.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	-20.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
Sand, midi	23.33	0.00	62.5000	--	0.2244	0.4264	--
Sand, lo	21.67	0.00	61.2500	--	0.2506	0.4627	--

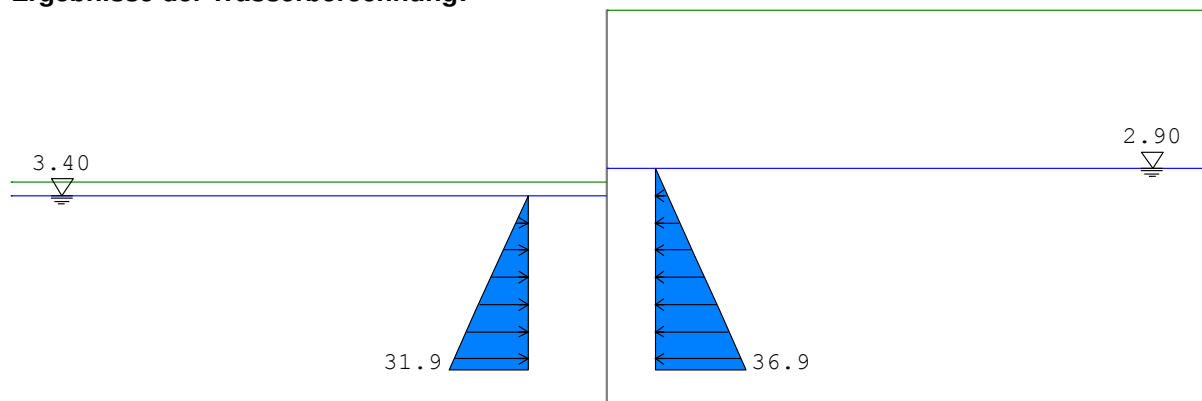
Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	-15.00	-0.00	5.5007	--	5.1505	4.9115
Sand, midi	-15.00	-0.00	6.3314	--	5.9171	5.6263
Auffüllung	-20.00	-0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
Auffüllung	20.00	0.00	--	--	--	--
Sand, midi	23.33	0.00	--	--	--	--
Sand, lo	21.67	0.00	--	--	--	--

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	3.353
3	2.900	19.881
4	3.100	20.518
5	3.100	16.481
6	4.500	20.252
7	4.500	22.618
8	5.500	25.475
9	5.500	22.810
10	6.590	25.750
.....		
1	3.150	-0.000
2	3.400	-19.913
3	4.500	-69.981
4	4.500	-60.914
5	5.500	-98.552
6	5.500	-113.222
7	6.590	-162.902

Ergebnisse der Wasserberechnung:


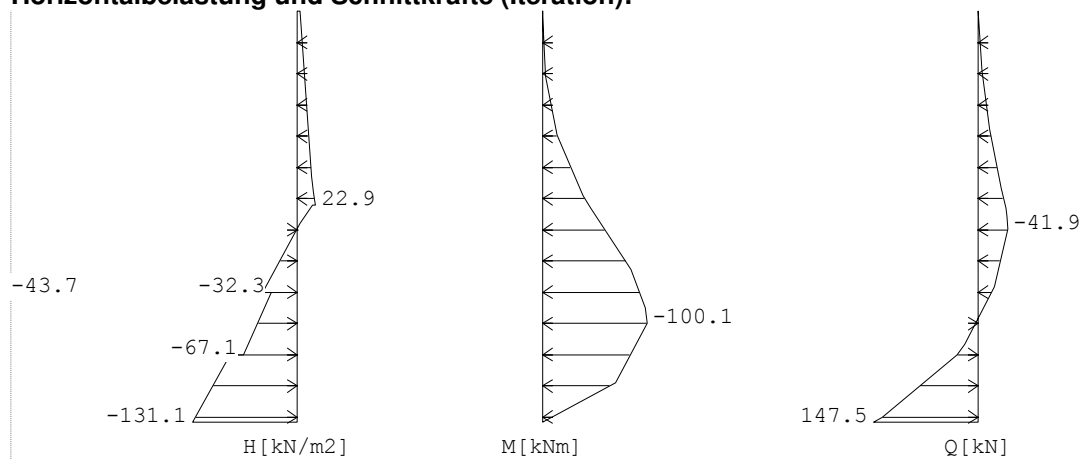
Wasserstand Erdseite: 2.90 m
 Wasserstand Luftseite: 3.40 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

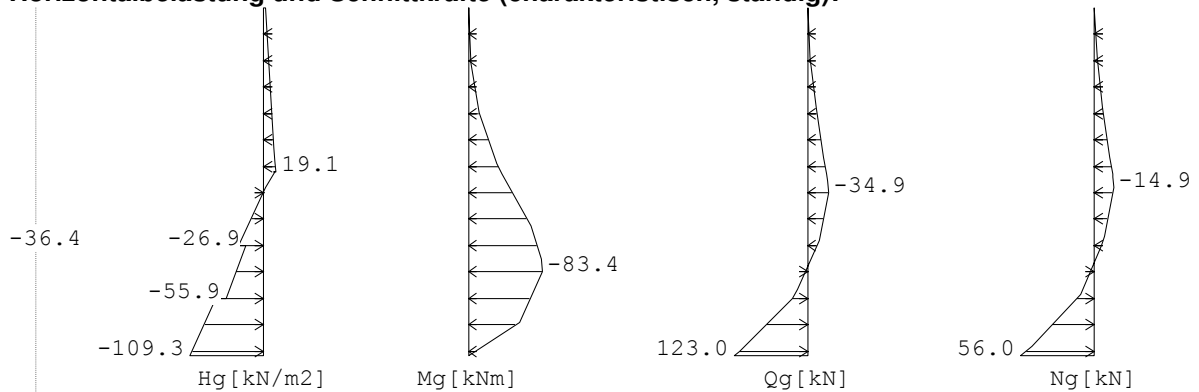
z-Pos [m]	W [kN]
2.90	0.00
3.10	2.00
4.50	16.00
5.50	26.00
6.59	36.91

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

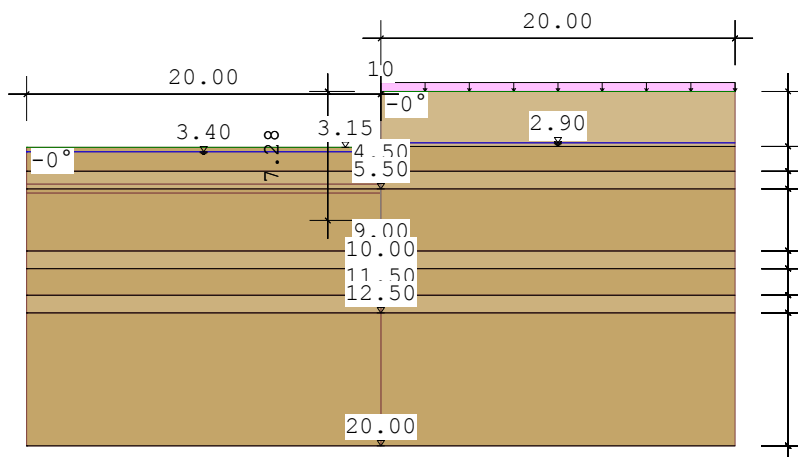
z-Pos [m]	W [kN]
3.40	0.00
4.50	-11.00
5.50	-21.00
6.59	-31.91

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):

Aushubtiefe zs= 3.15 m

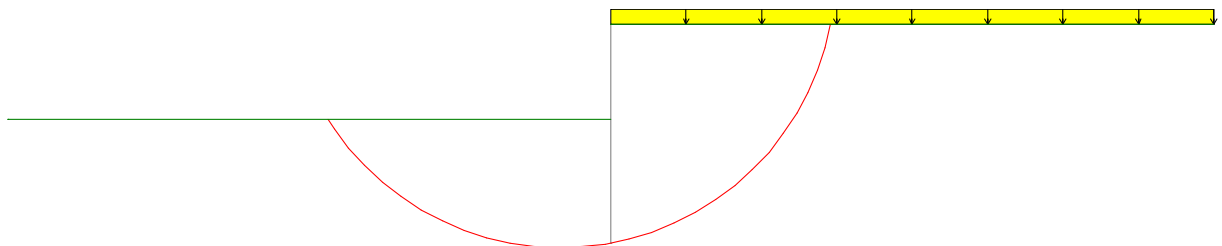
Abstützung: x:0.00 m z:6.59 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:147.549 kN Fz:0.000 kN M:-0.534 kNm

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):

Aushubtiefe $z_s = 3.15$ m

Abstützung: x:0.00 m z:6.59 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 $F_x: 122.965$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: -0.442$ kNm

Bemessungsschnittkräfte:

Extremalwerte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm] = -0.00	zughQ [kN] = -0.00
z [m] = 6.59	maxQ [kN] = 147.56	zughM [kNm] = -0.53
z [m] = 5.00	minM [kNm] = -100.09	zughQ [kN] = 3.95
z [m] = 3.15	minQ [kN] = -38.93	zughM [kNm] = -46.34

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:


Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-1.67 m z:-1.67 m Radius:9.10 m

Ed(Treibkraft): 247.01 kN Rd(Haltekraft): 512.15 kN

Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:**Horizontalkräfte GEO-2:**

z-Position des Erdaufagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 5.40 m

Horizontale Auflagerkraft des Erdaufagers:

$$Ed = Bhd = (BGhk * \gamma_G + BQhk * \gamma_Q + BWhk * \gamma_W) * \gamma_{Ep,red} / \gamma_{Ep} = (210.16 * 1.20 + -0.00 * 1.30 + 24.97 * 1.20) * 1.30 / 1.30 = 282.15 \text{ kN/m}$$

Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):

$$Rd = E_{phd} = E_{phk} / \gamma_{Ep} = 366.80 / 1.30 = 282.15 \text{ kN}$$

Sicherheit = Rd-Bhd:

$$282.15 - 282.15 = 0.00 \text{ kN} \dots \text{NW erfüllt.}$$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=0.00/3.10 delta=20.00°	31.44	11.44
2: z1/z2=3.10/4.50 delta=23.33°	21.43	9.24
3: z1/z2=4.50/5.50 delta=21.67°	20.04	7.96
4: z1/z2=5.50/6.59 delta=23.33°	22.05	9.51
Wandgewicht Gk:		5.68
Wasserdruck rechts:	17.20	
Horizontale charakteristische Ersatzkraft Chk rechts:		
Chk = CGhk + CQhk+ CWhk = 98.00+0.00+24.97 =	122.97	
Vertik.Ersatzkraft Cvk:		
tan(deltaC)*Chk=tan(11.67°)*122.97=		25.39
Summe Vk:		69.23
Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:		
Bhk= BGhk+BQhk+BWhk = 210.16 + -0.00+ 24.97 =	-235.13	
Relevantes deltap = 15.00°		
Bvk = Bhk * tan(deltap) = 235.13 kN * tan(15.00°) =		-63.00
Summe:	-0.00	6.23 (nach unten)

Einfacher Nachweis:

$$\text{Summe Vk} \geq Bvk \dots 69.23 \geq 63.00 \dots \text{NW erfüllt}$$

Genauer Nachweis nach Weißenbach:

$$Gk + \text{Summe Vk (ohne Cvk)} + 0.5 * Cvk \geq (Bhk - 0.5 * Chk) * \tan \text{deltap}$$

$$5.68 + 38.16 + 0.5 * 25.39 \geq (235.13 - 0.5 * 122.97) * \tan(15.00) =$$

$$56.53 \geq 46.53$$

NW erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:

6.59 m

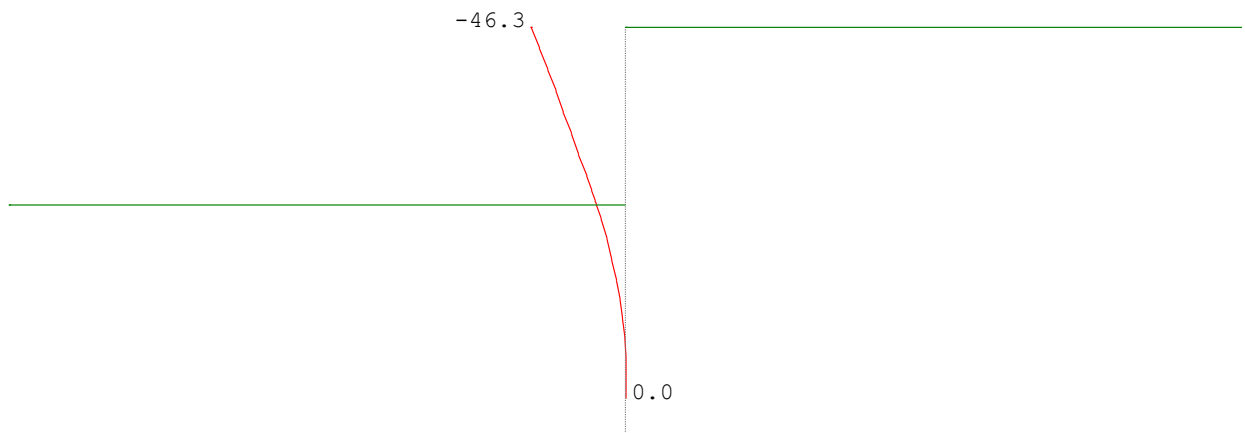
Bemessungswert der C-Kraft Chd:

$$|Chd| = |CGhk * \gamma_g + CQhk * \gamma_Q + CWhk * \gamma_W| =$$

$98.00 \cdot 1.20 + 0.00 \cdot 1.30 + 24.97 \cdot 1.20 = 147.56 \text{ kN}$
 Erdwiderstandsbeiwert k_{phC} :
 im Bereich von C, bei $\phi = 35.00^\circ$ $\Delta C = 11.67^\circ$ $k_{phC} = 2.497$
 $epghCk = (\gamma_{\text{boden}} \cdot z_s + \gamma_{\text{boden}} \cdot t + p_k) \cdot k_{phC} + 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_{phC}} =$
 $(16.41 \cdot 3.15 + 9.85 \cdot 3.44 + 10.00) \cdot 2.50 + 2 \cdot 0.00 \cdot 1.58 = 238.77 \text{ kN/m}$
 Wirksamer Bereich Δt von C:
 $\Delta t = 0.2 \cdot \text{Einbindetiefe} = 0.2 \cdot 3.44 = 0.69 \text{ m}$
 Resultierender Widerstand:
 $R_d = E_{phCd} = 2 \cdot \Delta t \cdot epghCk / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.69 \cdot 238.77 / 1.30 = 252.84 \text{ kN}$
 Ausnutzungsgrad:
 $Chd/R_d = 147.56 / 252.84 = 0.58$

 $0.58 \leq 1.0 \quad \dots \text{ NW erfüllt}$

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	-46.257
2	6.590	0.046
3	6.590	0.046

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.

Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe $z_s = 3.15 \text{ m}$

Berechnete Wandlänge = 7.28 m

Einbindetiefe $t_s = 4.13 \text{ m}$

Bemessungsschnittkräfte:

$z \text{ [m]} = 0.00$	$\max M \text{ [kNm]} = -0.00$	$\text{zughQ} \text{ [kN]} = -0.00$
$z \text{ [m]} = 6.59$	$\max Q \text{ [kN]} = 147.56$	$\text{zughM} \text{ [kNm]} = -0.53$
$z \text{ [m]} = 5.00$	$\min M \text{ [kNm]} = -100.09$	$\text{zughQ} \text{ [kN]} = 3.95$
$z \text{ [m]} = 3.15$	$\min Q \text{ [kN]} = -38.93$	$\text{zughM} \text{ [kNm]} = -46.34$

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

$x: -1.67 \text{ m}$ $z: -1.67 \text{ m}$ Radius: 9.10 m

$E_d(\text{Treibkraft}): 247.01 \text{ kN}$ $R_d(\text{Haltekraft}): 512.15 \text{ kN}$

$E_d \leq R_d \quad \dots \text{ NW erfüllt}$

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = Rd-Bhd:

$$282.15 - 282.15 = 0.00 \text{ kN} \dots \text{NW erfüllt.}$$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Summe: H=-0.00 kN V=6.23 kN

Einfacher Nachweis:

$$\text{Summe } V_k \geq B_{vk} \dots 69.23 \geq 63.00 \dots \text{NW erfüllt}$$

Genauer Nachweis nach Weißenbach:

$$G_k + \text{Summe } V_k (\text{ohne } C_{vk}) + 0.5 \cdot C_{vk} \geq (B_{hk} - 0.5 \cdot C_{hk}) \cdot \tan \delta_{\text{tapk}}$$

$$5.68 + 38.16 + 0.5 \cdot 25.39 \geq (235.13 - 0.5 \cdot 122.97) \cdot \tan(15.00) =$$

$$56.53 \geq 46.53$$

NW erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

$$R_d = E_{ph} C_d = 2 \cdot \delta_{\text{t}} \cdot e_{pgh} C_k / \gamma_{\text{Ep}} = 2 \cdot 0.69 \cdot 238.77 / 1.30 = 252.84 \text{ kN}$$

Ausnutzungsgrad:

$$C_{hd} / R_d = 147.56 / 252.84 = 0.58$$

$$0.58 \leq 1.0 \dots \text{NW erfüllt}$$

Bauzustand B BS-T(2):

Aushubtiefe $z_s = 5.22 \text{ m}$

Berechnete Wandlänge = 7.38 m

Einbindetiefe $t_s = 2.16 \text{ m}$

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	U_{hd} [kN]	δH
1	5.561	4.121	-42.082	-37.961
2	7.561	158.666	-146.932	11.734
3	7.089	105.653	-121.392	-15.739
4	8.580	307.617	-203.673	103.943
5	7.285	126.433	-131.440	-5.006
6	7.357	134.482	-136.014	-1.532
7	7.429	142.766	-139.898	2.868
8	7.382	137.340	-136.824	0.516
9	7.395	138.829	-137.952	0.876
10	7.364	135.217	-136.773	-1.556
11	7.395	138.829	-137.952	0.876
12	7.384	137.522	-136.837	0.685
13	7.408	140.365	-138.353	2.012
14	7.371	136.066	-136.422	-0.356
15	7.370	136.565	-136.084	0.480

Erddruck und Erdwiderstand:

Erddruck Optionen

Werte sind gleich wie im ersten Bauzustand 'A'

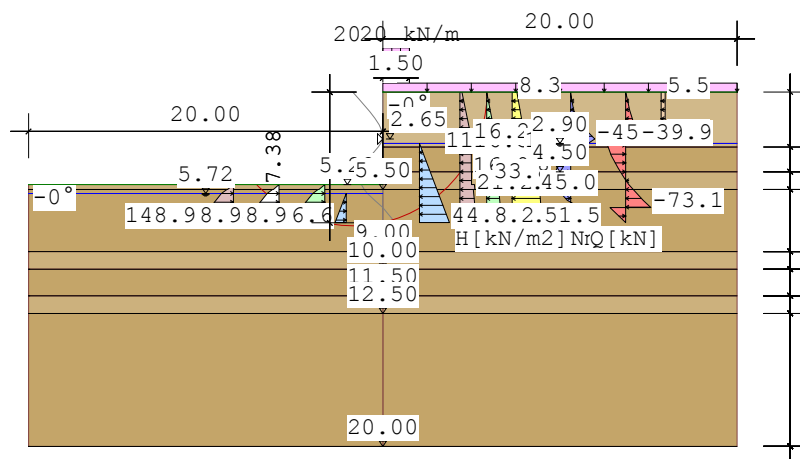
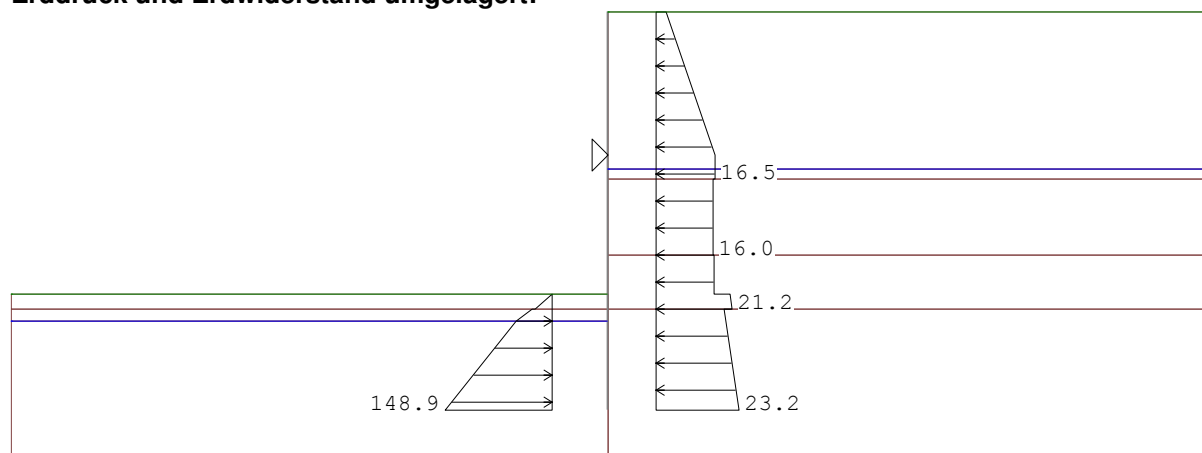


Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:**berechnete Erddruckbeiwerte:**

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	0.4264	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	0.4627	--
Sand, lo	-15.00	-0.00	--	--	--	--	--
Sand, midi	-15.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	-20.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
Sand, midi	23.33	0.00	62.5000	--	0.2244	0.4264	--
Sand, lo	21.67	0.00	61.2500	--	0.2506	0.4627	--

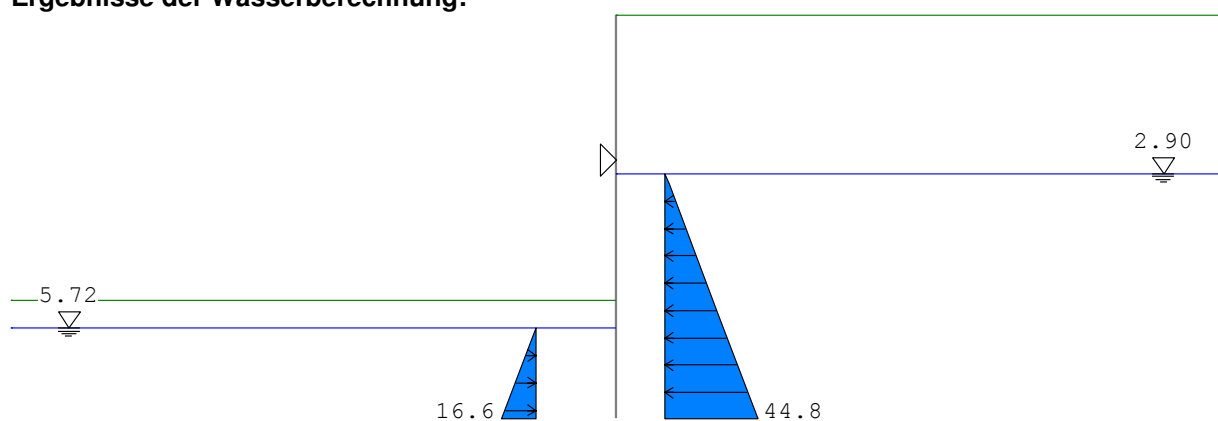
Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	-15.00	-0.00	5.5007	--	5.1505	4.9115
Sand, midi	-15.00	-0.00	6.3314	--	5.9171	5.6263
Auffüllung	-20.00	-0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
Auffüllung	20.00	0.00	--	--	--	--
Sand, midi	23.33	0.00	--	--	--	--
Sand, lo	21.67	0.00	--	--	--	--

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:

Erddruck auf aktiver Seite (charakteristisch):

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]

1	0.000	0.000
2	0.000	2.794
3	2.650	16.516
4	3.100	16.516
5	3.100	15.967
6	4.500	15.967
7	4.500	16.229
8	5.220	16.229
9	5.220	20.562
10	5.500	21.229
11	5.500	19.008
12	7.370	23.217
.....		
1	5.220	-0.000
2	5.500	-24.516
3	5.500	-28.165
4	5.720	-50.946
5	7.370	-148.893

Ergebnisse der Wasserberechnung:

 Wasserstand Erdseite: 2.90 m
 Wasserstand Luftseite: 5.72 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

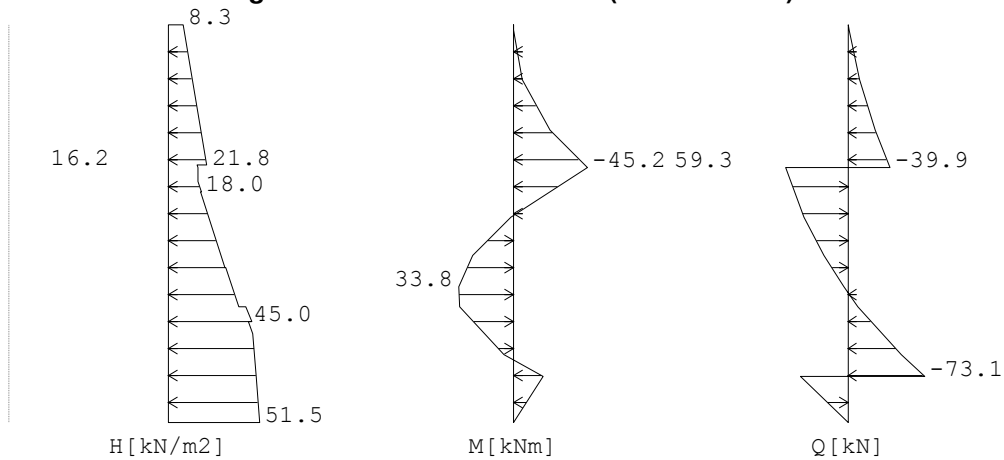
z-Pos [m]	W [kN]

2.90	0.00
3.10	2.00
4.50	16.00
5.50	26.00
7.37	44.75

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos [m]	W [kN]

5.72	0.00
7.37	-16.55

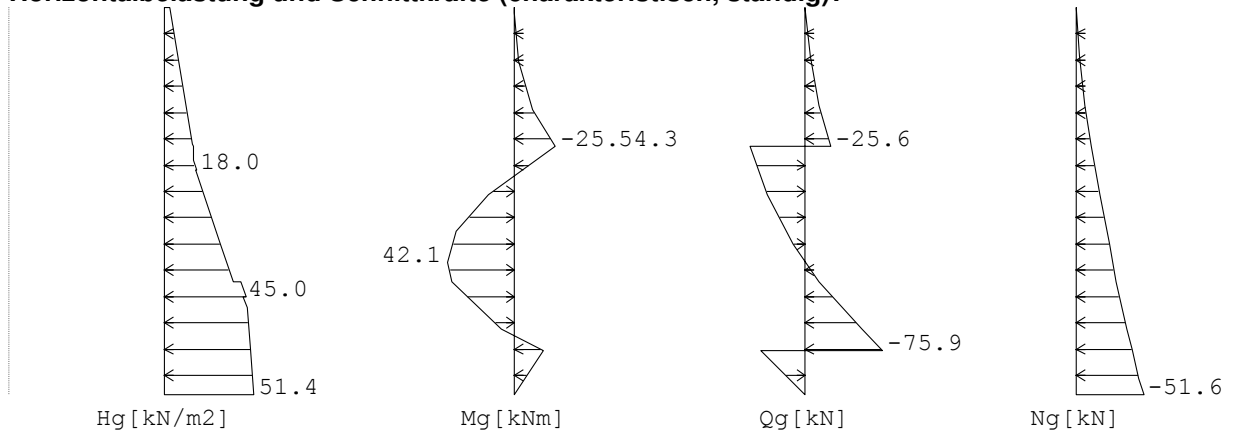
Horizontalbelastung und charakt. Schnittkräfte (unter Volllast):

Aushubtiefe $z_s = 5.22$ m

Abstützung: $x:0.00$ m $z:2.65$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: -99.174$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

Abstützung: $x:0.00$ m $z:6.51$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: -113.820$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

$U_h = F_x = -113.82$ kN

Abstützung: $x:0.00$ m $z:7.38$ m ... Abstützung verschieblich, vertikal
 $F_x: 0.000$ kN $F_z: 56.859$ kN $M: 0.000$ kNm

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):

Aushubtiefe $z_s = 5.22$ m

Abstützung: $x:0.00$ m $z:2.65$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: -79.858$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

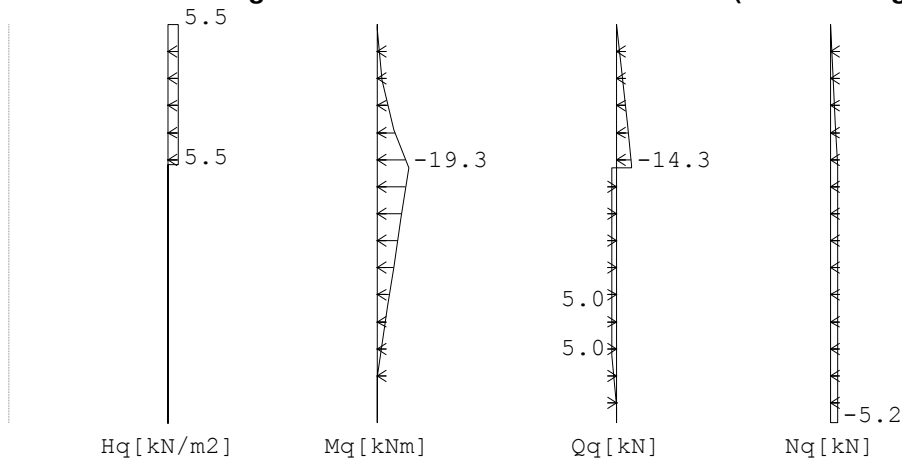
Abstützung: $x:0.00$ m $z:6.51$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: -118.802$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

$U_h = F_x = -118.80$ kN

Abstützung: $x:0.00$ m $z:7.38$ m ... Abstützung verschieblich, vertikal
 $F_x: 0.000$ kN $F_z: 51.649$ kN $M: 0.000$ kNm

Extremalwerte:

z [m] = 4.86	$\max M$ [kNm] = 42.06	$\text{zugh} Q$ [kN] = -0.55
z [m] = 2.65	$\max Q$ [kN] = 54.29	$\text{zugh} M$ [kNm] = -25.86
z [m] = 2.65	$\min M$ [kNm] = -25.86	$\text{zugh} Q$ [kN] = -25.57
z [m] = 6.52	$\min Q$ [kN] = -75.92	$\text{zugh} M$ [kNm] = -18.34

Horizontalbelastung und charakteristische Schnittkräfte (nicht ständige Belastung):

Aushubtiefe $z_s = 5.22$ m

Abstützung: $x:0.00$ m $z:2.65$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: -19.320$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

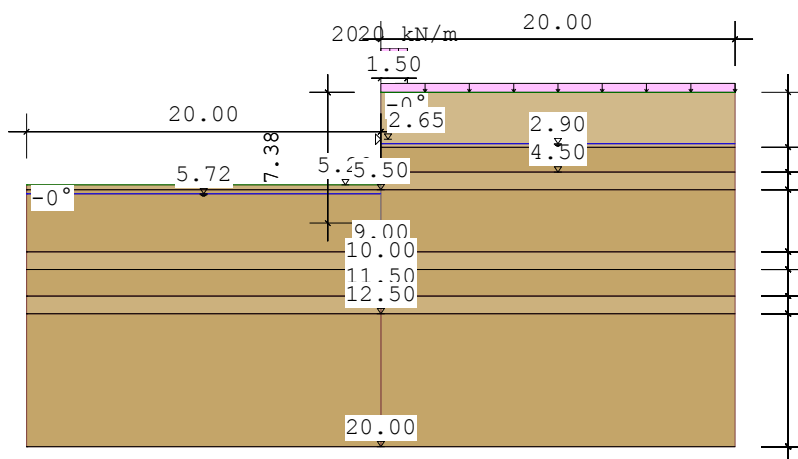
Abstützung: $x:0.00$ m $z:6.51$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: 4.997$ kN $F_z: 0.000$ kN $M: 0.000$ kNm

$U_h = F_x = 5.00$ kN

Abstützung: $x:0.00$ m $z:7.38$ m ... Abstützung verschieblich, vertikal
 $F_x: 0.000$ kN $F_z: 5.213$ kN $M: 0.000$ kNm

Extremalwerte:

z [m] = 0.00	$\max M$ [kNm] = 0.00	$\text{zugh} Q$ [kN] = 0.00
z [m] = 5.22	$\max Q$ [kN] = 5.00	$\text{zugh} M$ [kNm] = -6.50
z [m] = 2.65	$\min M$ [kNm] = -19.34	$\text{zugh} Q$ [kN] = 5.00
z [m] = 2.65	$\min Q$ [kN] = -14.32	$\text{zugh} M$ [kNm] = -19.34

Bemessungsschnittkräfte:

Wertetabelle der Bemessungsschnittgrößen:

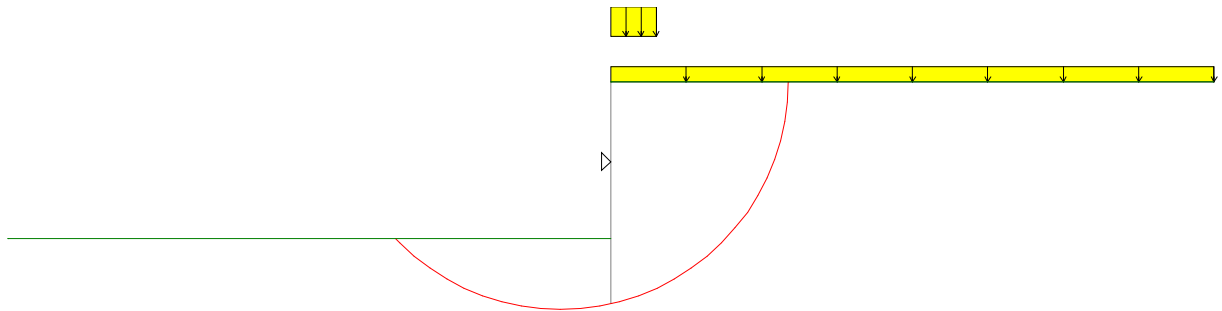
z [m]	M_d [kNm]	Q_d [kN]	N_d [kN]
2.65	-56.17	-49.31	-20.43
2.65		71.64	
4.86	39.69	5.06	-40.34
6.52	-22.01	-87.39	-58.29
6.52		55.17	

Extremalwerte:

z [m] = 4.86	maxM [kNm] = 39.69	zughQ [kN] = 5.06
z [m] = 2.65	maxQ [kN] = 71.64	zughM [kNm] = -56.17
z [m] = 2.65	minM [kNm] = -56.17	zughQ [kN] = 71.64
z [m] = 6.52	minQ [kN] = -87.39	zughM [kNm] = -22.01

Charakteristischer Erdwiderstand Ephk:

$$E_{ph,k} = 177.53 \text{ kN}$$

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:**Ergebnis:**

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-1.67 m z:0.00 m Radius:7.56 m

Ed(Treibkraft): 317.77 kN Rd(Haltekraft): 347.16 kN

Ed ≤ Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:**Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:**

Einwirkung [kN]		Widerstand [kN]	
$\gamma_G \cdot U_{gh,k} =$	$1.20 \cdot 118.80 = 142.56$	$177.53 / 1.30 =$	136.56
$\gamma_Q \cdot U_{qh,k} =$	$1.30 \cdot -5.00 = -6.50$		
Summe	$U_{h,d} = 136.07$		$E_{ph,d} = 136.56$

$E_{ph,d} \geq U_{h,d} \dots 136.56 \geq 136.07 \dots \text{NW erfüllt}$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=0.00/3.10 delta=20.00°	45.75	16.65
2: z1/z2=3.10/4.50 delta=23.33°	21.43	9.24
3: z1/z2=4.50/5.50 delta=21.67°	20.04	7.96
4: z1/z2=5.50/7.38 delta=23.33°	39.48	17.03
Wandgewicht Gk:		5.75
Auflagerkräfte:		
Abstützung 1: x/z=0.00/2.65	-99.18	0.00
Wasserdruck rechts:	86.30	
Summe Vk:		56.64

Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:

$$Bhk = BGhk + BQhk + BWhk = 118.80 + -5.00 + 0.00 = -113.81$$

$$\text{Relevantes } \text{deltap} = 15.00^\circ$$

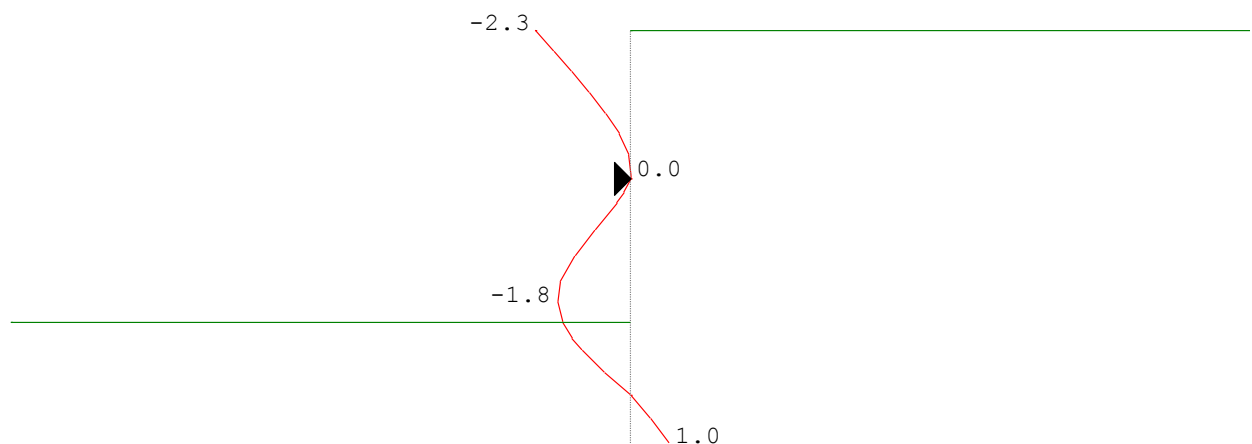
$$Bvk = Bhk * \tan(\text{deltap}) = 113.81 \text{ kN} * \tan(15.00^\circ) = -30.49$$

Summe: 0.02 26.14
(nach unten)

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq Bvk \dots 56.64 \geq 30.49 \dots$ NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos[m]	x-Verf.[mm]
1	0.000	-2.326
2	2.600	0.009
3	2.650	0.000
4	4.860	-1.787
5	7.370	0.960
6	7.370	0.960

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe $z_s = 5.22 \text{ m}$

Berechnete Wandlänge = 7.38 m

Einbindetiefe $t_s = 2.16 \text{ m}$

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 4.86	maxM [kNm]	= 39.69	zughQ [kN]	= 5.06
z [m] = 2.65	maxQ [kN]	= 71.64	zughM [kNm]	= -56.17
z [m] = 2.65	minM [kNm]	= -56.17	zughQ [kN]	= 71.64
z [m] = 6.52	minQ [kN]	= -87.39	zughM [kNm]	= -22.01

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:-1.67 m z:0.00 m Radius:7.56 m

Ed(Treibkraft): 317.77 kN Rd(Haltekraft): 347.16 kN

Ed<=Rd .. NW erfüllt.

Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:

Eph,d >= Uh,d ... 136.56 >= 136.07 ... NW erfüllt

Horizontal/Vertikalkräfte:

Summe: H=0.02 kN V=26.14 kN

Einfacher Nachweis:

Summe Vk >=Bvk ... 56.64 >= 30.49 ... NW erfüllt

Anker(A)- und Stützkräfte(S) über alle Bauzustände:**Bauzustand B BS-T(2):****Charakteristische Kräfte:**

Typ	Lage [m]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ahg+q,k [kN/lfm]
-----	-------------	-------------------	-------------------	---------------------

S	2.65	-79.86	-19.32	-99.18
---	------	--------	--------	--------

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	Ahg,k [kN/lfm]	Ahq,k [kN/lfm]	Ah,d [kN/lfm]
-----	-------------	-------------------	-------------------	------------------

S	2.65	-79.86	-19.32	-136.79
---	------	--------	--------	---------

Rückbauzustand**RIB Programm RTwalls**

Version: 14.0 23012014

Projektname: Rosa-Luxemburg

Dateiname: SpW - Straßenland RZ.rtw

Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.

Verwendete Norm: EN 1997-1

Wand:

Systemkoordinaten des Wandkopfes: x= 0.00 m z= 0.00 m

Wandtyp: Spundwand, Salzgitter/ThyssenKrupp LARSEN U-Profil, L601

Material: S235

Trägheitsmoment I = 11520 cm⁴Querschnittsfläche A = 98 cm²Schubfläche Aq = 55 cm²EI = 24192.00 kNm²

EA = 2064300 kN

Wandgewicht g = 0.78 kN/m

Erdschichtwerte:

Auffüllung	Auffüllung
Auffüllung	Auffüllung
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi
Sand, lo	Sand, lo
Sand, midi	Sand, midi

Legende:

phi[°]	...Winkel der inneren Reibung
delta.a[°]	...Wandreibungswinkel aktiv
delta.p[°]	...Wandreibungswinkel passiv
c'[kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
delta.c[°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
delta.Av[°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Auffüllung	30.00	20.00	-20.00	0.00	17.00	9.50
Sand, midi	35.00	23.33	-15.00	0.00	17.50	10.00
Sand, lo	32.50	21.67	-15.00	0.00	17.00	9.50

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Auffüllung	10.00	20.00	---	---	---	---
Sand, midi	11.67	23.33	---	---	---	---
Sand, lo	10.83	21.67	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Auffüllung	Nein	0.000000	---
Sand, midi	Nein	0.000000	---
Sand, lo	Nein	0.000000	---

Abstützung:

z[m]	Neig.[°]	Art	Feder[kN]	Drehfed[kN]
4.52	0.00	verschieblich	-	-

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

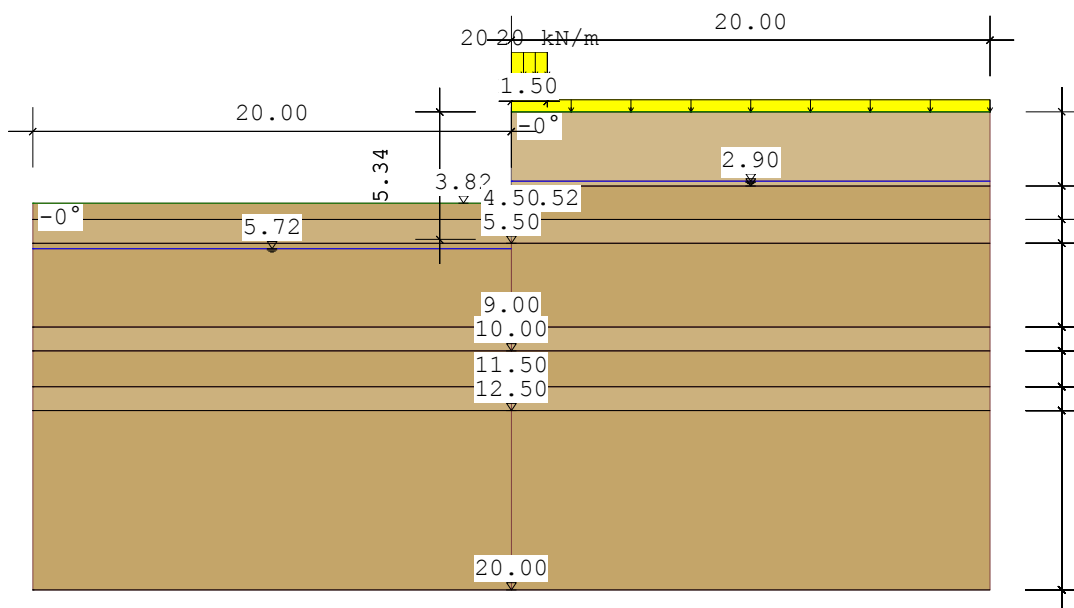
Verwendete Norm: EN 1997-1

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruchdruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	--	1.10	--
ungünstig, ständig	1.10	--	1.10	--
günstig, veränderlich:	0.00	--	0.90	--
ungünstig, veränderlich:	1.50	--	1.50	--
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR, GEO-2: Widerstände (Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.20	1.25	1.30
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:



Aushubtiefe zs= 3.82 m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x [m]	z [m]	q1 [kN/m2]	q2 [kN/m2]	dx [m]	dz [m]	Verkehr	Reibung
1	0.00	0.00	20.00	20.00	1.50	0.00	Ja	Nein

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m2]	Verkehr	Reibung
1	Nein	0.00	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:**Wasserstand rechts:**

Wasserverlauf horizontal: z=2.90 m

Wasserstand links:

Wasserverlauf horizontal: z=5.72 m

Abstützung:

	z [m]	Neig. [°]	Art	Feder [kN]	Drehfed [kN]
	4.52	0.00	verschieblich	-	-

Berechnungsoptionen Bauzust. A**Allgemein:**

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m

Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ergebnis:**Bauzustand A BS-T(2):**

Aushubtiefe $z_s = 3.82$ m

Berechnete Wandlänge = 5.34 m

Einbindetiefe $t_s = 1.52$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	M[kNm]
1	4.072	-143.505
2	6.072	88.843
3	5.630	63.568
4	7.061	154.363
5	4.628	-161.207
6	5.998	85.048
7	5.588	60.857
8	6.569	117.972
9	4.544	-179.320
10	5.189	19.086
11	5.126	6.537
12	5.347	39.255
13	5.082	-1.790
14	5.092	0.380
15	5.089	0.378
16	5.099	2.487
17	5.080	-1.786

Rammtiefenzuschlag:

Art der Fußlagerung: Einspannung nach Blum.

Sohltiefe z_s [m]: 3.82 m

Wandfuß z_F [m] (ohne Längenzuschlag): 5.08 m

Einbindelänge t (ohne Längenzuschlag): 1.26 m

Rammtiefenzuschlag nach EAB:

Zuschlag $\Delta t = 0.2 \cdot t = 0.25$ m

Neuer Fußpunkt Wand: $z_F + \Delta t = 5.08 + 0.25 = 5.33$ m

Rammtiefenzuschlag nach EAU:

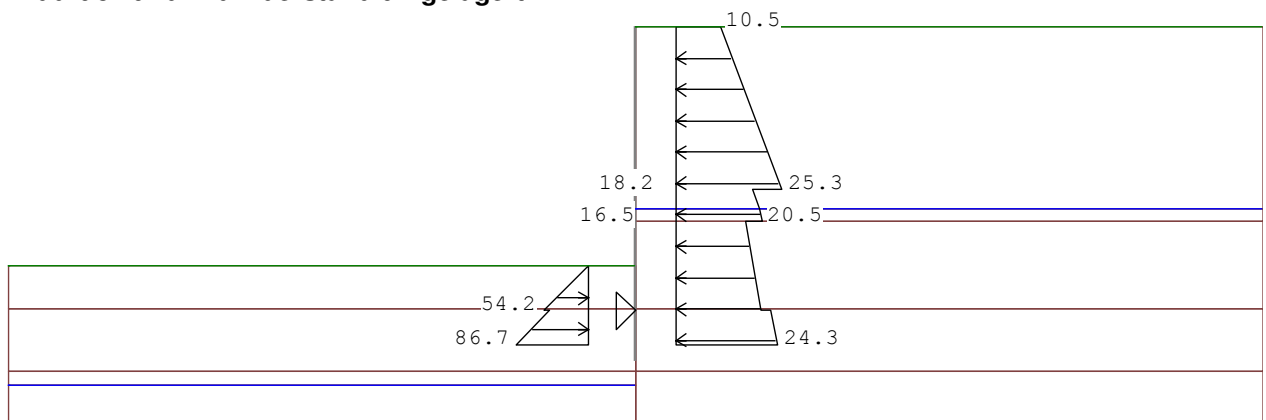
Für die Anwendung der Rammtiefenzuschlagsformel nach EAU wird eigentlich eine horizontale Geländeoberkante und unendliche ausgedehnte Streifenlast am Wandkopf beginnend vorausgesetzt.

z_1 [m]	z_2 [m]	γ [kN/m ³]	g [kN/m ²]
0.00	2.90	17.00	49.30
2.90	3.10	9.50	1.90
3.10	4.50	10.00	14.00
4.50	5.08	9.50	5.51

Auffüllung	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
Sand, midi	23.33	0.00	62.5000	--	0.2244	0.4264	--
Sand, lo	21.67	0.00	61.2500	--	0.2506	0.4627	--

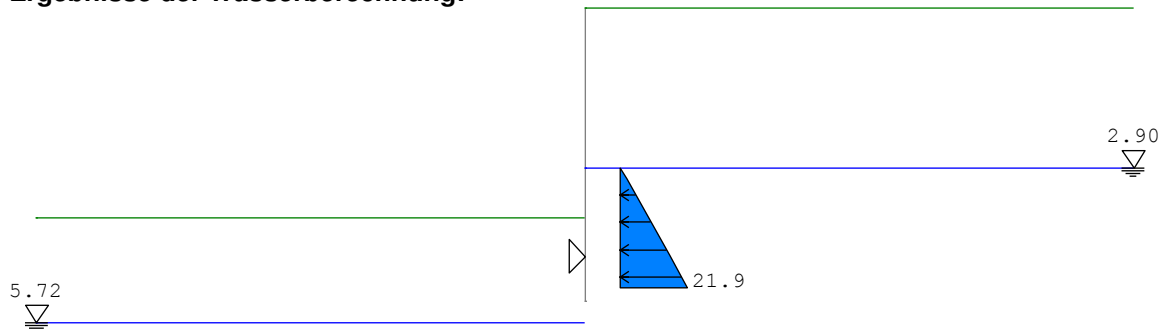
Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, midi	-15.00	-0.00	6.3314	--	5.9171	5.6263
Sand, lo	-15.00	-0.00	5.5007	--	5.1505	4.9115
Auffüllung	-20.00	-0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
Auffüllung	20.00	0.00	--	--	--	--
Sand, midi	23.33	0.00	--	--	--	--
Sand, lo	21.67	0.00	--	--	--	--

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:



Erddruck auf aktiver Seite (Bemessung)

Nr.	z-pos[m]	eh[kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.000	10.514
3	2.598	25.322
4	2.598	18.160
5	2.900	19.881
6	3.100	20.518
7	3.100	16.481
8	4.520	20.252
9	4.520	22.618
10	5.080	24.295
.....		
1	3.820	-0.000
2	4.520	-54.164
3	4.520	-47.147
4	5.080	-86.683

Ergebnisse der Wasserberechnung:


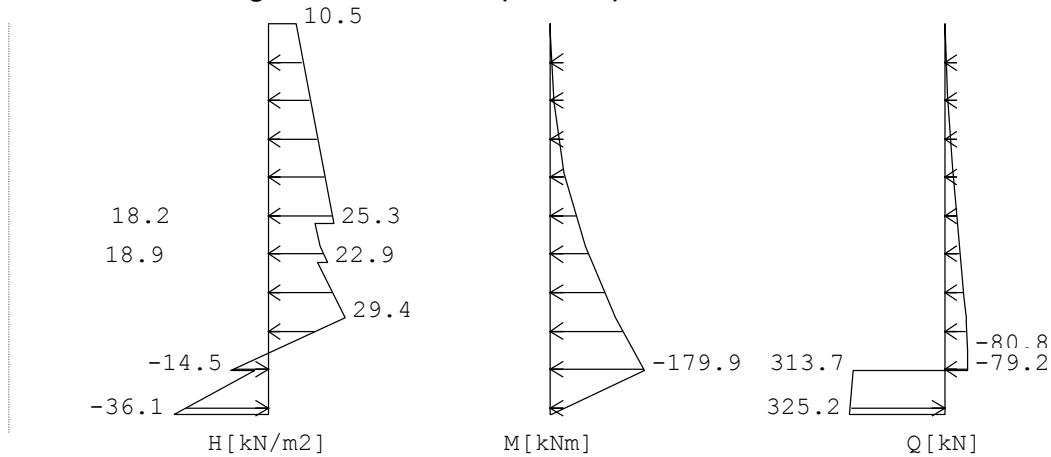
Wasserstand Erdseite: 2.90 m
 Wasserstand Luftseite: 5.72 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos [m]	W [kN]
2.90	0.00
3.10	2.00
4.50	16.00
5.08	21.87

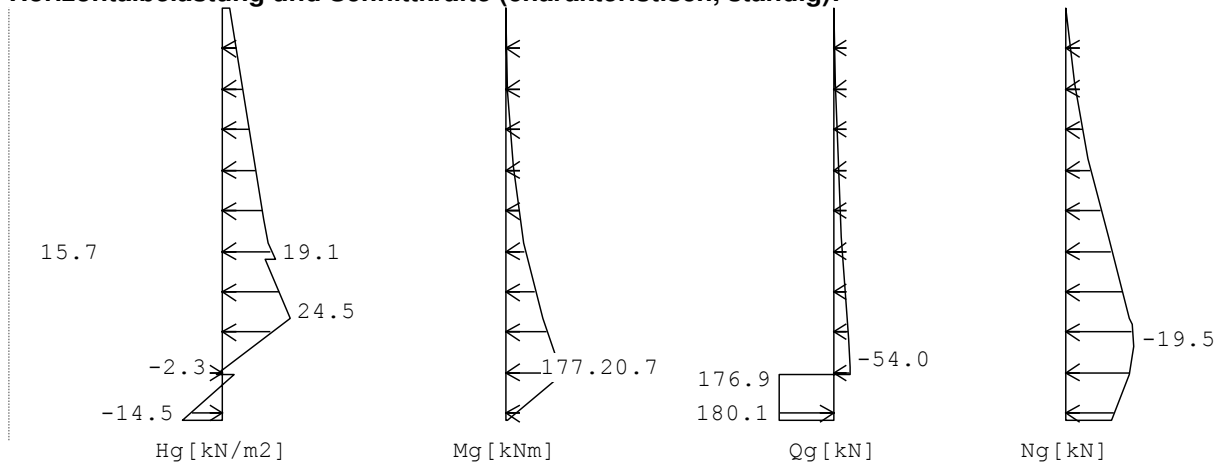
Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos [m]	W [kN]
-----------	--------

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (Iteration):

Aushubtiefe zs= 3.82 m

Abstützung: x:0.00 m z:4.52 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:-392.864 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Abstützung: x:0.00 m z:5.09 m ... Abstützung eingespannt, horizontal
 Fx:325.206 kN Fz:0.000 kN M:-1.786 kNm

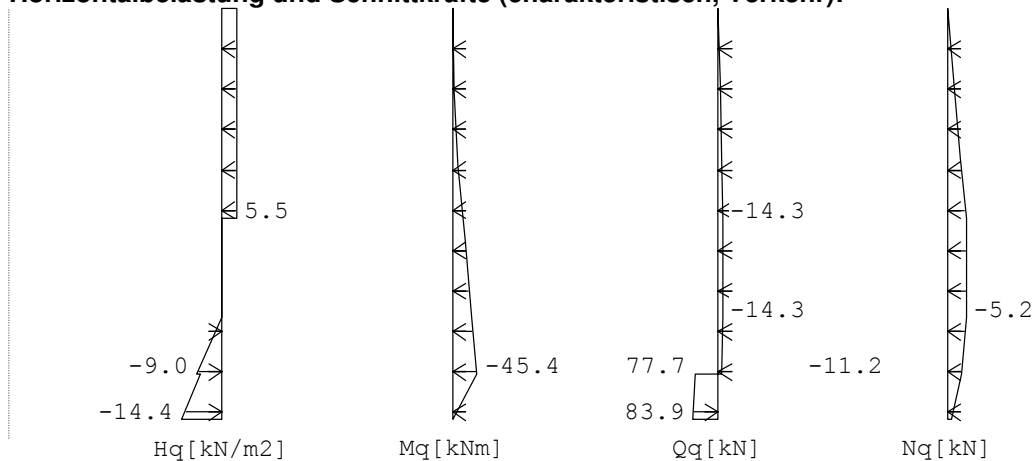
Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):

Aushubtiefe $z_s = 3.82$ m

 Abstützung: $x:0.00$ m $z:4.52$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal

 $F_x:-231.116$ kN $F_z:0.000$ kN $M:0.000$ kNm

 Abstützung: $x:0.00$ m $z:5.09$ m ... Abstützung eingespannt, horizontal

 $F_x:180.070$ kN $F_z:0.000$ kN $M:-1.166$ kNm

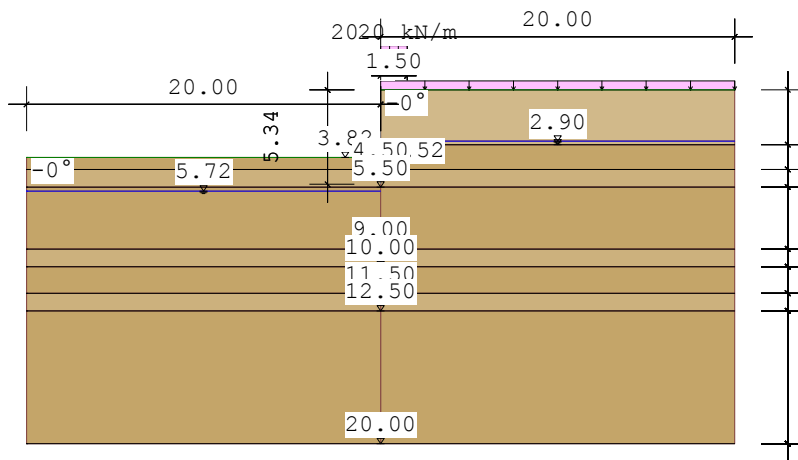
Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, Verkehr):

Aushubtiefe $z_s = 3.82$ m

 Abstützung: $x:0.00$ m $z:4.52$ m ... Abstützung verschieblich, horizontal

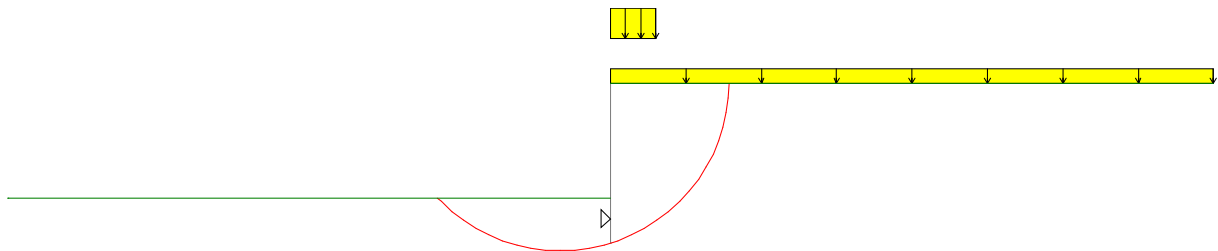
 $F_x:-88.867$ kN $F_z:0.000$ kN $M:0.000$ kNm

 Abstützung: $x:0.00$ m $z:5.09$ m ... Abstützung eingespannt, horizontal

 $F_x:83.941$ kN $F_z:0.000$ kN $M:-0.297$ kNm

Bemessungsschnittkräfte:

Extremalwerte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00
z [m] = 5.08	maxQ [kN] = 325.21	zughM [kNm] = -1.79
z [m] = 4.52	minM [kNm] = -179.86	zughQ [kN] = 313.66
z [m] = 4.52	minQ [kN] = -79.20	zughM [kNm] = -179.86

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Ergebnis:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x: -1.67 m z: 0.00 m Radius: 5.59 m

Ed(Treibkraft): 180.63 kN Rd(Haltekraft): 232.91 kN

Ed ≤ Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:
Horizontalkräfte GEO-2:

z-Position des Erdaufagers (Schwerpunkt des Erdwiderstandspolygons): 4.65 m

Horizontale Auflagerkraft des Erdaufagers:

$$Ed = Bhd = (BGhk \cdot \gamma_G + BQhk \cdot \gamma_Q + BWhk \cdot \gamma_W) \cdot \gamma_{Ep,red} / \gamma_{Ep} = (27.64 \cdot 1.20 + 9.40 \cdot 1.30 + 9.21 \cdot 1.20) \cdot 1.30 / 1.30 = 56.43 \text{ kN/m}$$

Widerstand (Resultierende des Erdwiderstands):

$$Rd = Ephd = Ephk / \gamma_{Ep} = 73.36 / 1.30 = 56.43 \text{ kN}$$

Sicherheit = Rd - Bhd:

$$56.43 - 56.43 = -0.00 \text{ kN} \dots \text{NW erfüllt.}$$

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft

Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: $z_1/z_2=0.00/3.10$ $\Delta=20.00^\circ$	45.75	16.65
2: $z_1/z_2=3.10/4.50$ $\Delta=23.33^\circ$	21.40	9.23
3: $z_1/z_2=4.50/5.09$ $\Delta=21.67^\circ$	11.28	4.48
Wandgewicht Gk:		4.16
Auflagerkräfte:		
Abstützung 1: $x/z=0.00/4.52$	-319.98	0.00
Wasserdruck rechts:	23.78	
Horizontale charakteristische Ersatzkraft Chk rechts:		
$ Chk = CGhk + CQhk + CWhk = 177.48+83.94+2.59 =$	264.01	
Vertik.Ersatzkraft Cvk:		
$\tan(\Delta C) * Chk = \tan(10.83^\circ) * 264.01 =$		50.52
Summe Vk:		85.05
Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:		
$Bhk = BGhk + BQhk + BWhk = 27.64 + 9.40 + 9.21 =$	-46.24	
Relevantes $\Delta_{tap} = 15.00^\circ$		
$Bvk = Bhk * \tan(\Delta_{tap}) = 46.24 \text{ kN} * \tan(15.00^\circ) =$		-12.39

Summe:	0.00	72.66
		(nach unten)

Einfacher Nachweis:

Summe Vk \geq Bvk ... 85.05 \geq 12.39 ... NW erfüllt

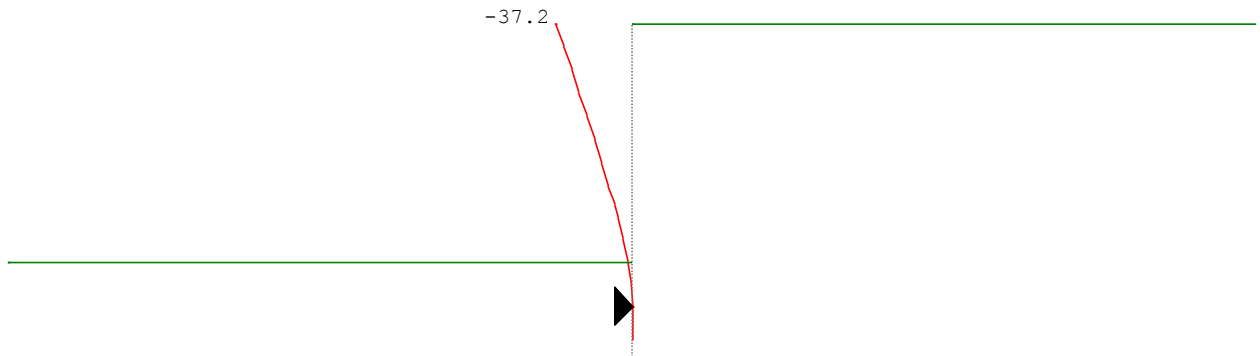
Genauer Nachweis nach Weißenbach:

$Gk + \text{Summe Vk (ohne Cvk)} + 0.5 * Cvk \geq (Bhk - 0.5 * Chk) * \tan \Delta_{tapk}$
 $4.16 + 30.36 + 0.5 * 50.52 \geq (46.24 - 0.5 * 264.01) * \tan(15.00^\circ) =$
 $59.79 \geq -22.98$
 NW erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

z-Position der Ersatzkraft:	5.09	m
Bemessungswert der C-Kraft Chd:		
$ Chd = CGhk * \gamma_g + CQhk * \gamma_Q + CWhk * \gamma_W =$		
$177.48 * 1.20 + 83.94 * 1.30 + 2.59 * 1.20 =$	325.21	kN
Erdbiwiderstandsbeiwert kphC:		
im Bereich von C, bei $\phi=32.50^\circ$ $\Delta C=10.83^\circ$ $kphC=$	2.346	
$epghCk = (\gamma_{\text{boden}} * z_s + \gamma_{\text{boden}} * t + p_k) * kphC + 2 * c * \sqrt{kphC} =$		
$(15.29 * 3.82 + 9.77 * 1.27 + 10.00) * 2.35 + 2 * 0.00 * 1.53 =$	189.54	kN/m
Wirksamer Bereich Δt von C:		
$\Delta t = 0.2 * \text{Einbindetiefe} = 0.2 * 1.27 =$	0.25	m
Resultierender Widerstand:		
$Rd = EphCd = 2 * \Delta t * epghCk / \gamma_{Ep} = 2 * 0.25 * 189.54 / 1.30 =$	73.89	kN
Ausnutzungsgrad:		
$Chd/Rd = 325.21 / 73.89 =$	4.40	

$4.40 > 1.0$... NW nicht erfüllt
 Δt muss verlängert werden
 $\Delta t_{\text{erf}} = |Chd| * \gamma_{Ep} / (2 * epghCk) = 325.21 * 1.30 / (2 * 189.54) = 1.12$
 Es ergibt sich dann:
 $Rd = EphCd = 2 * \Delta t * epghCk / \gamma_{Ep} = 2 * 1.12 * 189.54 / 1.30 = 325.21$
 Ausnutzungsgrad = $Chd/Rd = 1.0$... **NW erfüllt**

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):

Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	-37.242
2	5.080	0.000

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.
 Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.
 Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe $z_s = 3.82$ m
 Berechnete Wandlänge = 5.34 m
 Einbindetiefe $t_s = 1.52$ m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 0.00	$\max M$ [kNm] = 0.00	$\text{zugh} Q$ [kN] = 0.00
z [m] = 5.08	$\max Q$ [kN] = 325.21	$\text{zugh} M$ [kNm] = -1.79
z [m] = 4.52	$\min M$ [kNm] = -179.86	$\text{zugh} Q$ [kN] = 313.66
z [m] = 4.52	$\min Q$ [kN] = -79.20	$\text{zugh} M$ [kNm] = -179.86

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:
 $x: -1.67$ m $z: 0.00$ m Radius: 5.59 m
 E_d (Treibkraft): 180.63 kN R_d (Haltekraft): 232.91 kN
 $E_d \leq R_d$.. NW erfüllt.

Horizontalkräfte GEO-2:

Sicherheit = $R_d - B_{hd}$:
 $56.43 - 56.43 = -0.00$ kN ... NW erfüllt.

Horizontal/Vertikalkräfte:

Summe: $H = 0.00$ kN $V = 72.66$ kN
 Einfacher Nachweis:
 Summe $V_k \geq B_{vk}$... $85.05 \geq 12.39$... NW erfüllt

Genauer Nachweis nach Weißenbach:

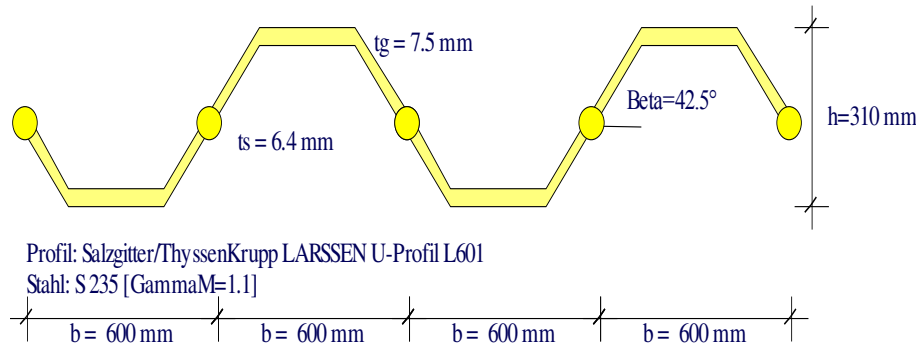
$G_k + \text{Summe } V_k (\text{ohne } C_{vk}) + 0.5 \cdot C_{vk} \geq (B_{hk} - 0.5 \cdot C_{hk}) \cdot \tan \delta_{\text{tapk}}$
 $4.16 + 30.36 + 0.5 \cdot 50.52 \geq (46.24 - 0.5 \cdot 264.01) \cdot \tan(15.00) =$
 $59.79 \geq -22.98$
 NW erfüllt

Nachweis der C-Kraft (Widerstand d. Ersatzkraft) GEO-2:

$R_d = E_{ph} C_d = 2 \cdot \Delta t \cdot e_{pgh} C_k / \gamma_{Ep} = 2 \cdot 0.25 \cdot 189.54 / 1.30 = 73.89 \text{ kN}$
Ausnutzungsgrad:
 $Chd / R_d = 325.21 / 73.89 = 4.40$

$4.40 > 1.0$... NW nicht erfüllt
 Δt muss verlängert werden
 $\Delta t_{erf} = |Chd| \cdot \gamma_{Ep} / (2 \cdot e_{pgh} C_k) = 325.21 \cdot 1.30 / (2 \cdot 189.54) = 1.12$
Es ergibt sich dann:
Ausnutzungsgrad = $Chd / R_d = 1.0$... **NW erfüllt**

Bemessung



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):

maximales Moment max M1 = 0.00 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z1 = 0.00 [m]
 zug. N1 = -0.00 [kN]
 Moment M2 = -179.86 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z2 = 4.52 [m]
 zug. N2 = -26.96 [kN]
 maximale Querkraft max Q = 162.60 [kN] im Aushub: 'A'
 bei z3 = 5.08 [m]
 zug. Moment = -1.79 [kNm]
 zug. N = -16.99 [kN]

Bemessungsnorm: EN 1993 (EC 3)

Sicherheiten:

gamma,M0: 1.00, gamma,M1: 1.10

beta,B: 1.00, beta,D: 1.00

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Trägerabstand = 1.00 m

Profil = Salzgitter/ThyssenKrupp **LARSSEN U-Profil L601**

A: 98.30 cm² Iy: 11520.00 cm⁴ Wy,el: 745.00 cm³ Wy,pl: 836.00 cm³

Stahl: E = 210000 N/mm², **fyk = 240 N/mm²**

Querschnittsklasse = 2 (b/t/eps = 249.0/7.5/0.990 = 33.6)

Schubbeulen des Steges (w,b): $hw/s/(72 \cdot \epsilon) = 223.88/6.40/72 \cdot 0.99 = 49.1 \%$

Keine Nachweise erforderlich.

Knicknachweise nach EN 1993-5 5.2.3 werden geführt.

Einwirkungen, Widerstände:

Md: Design Moment, Einwirkung

Nd: Design Normalkraft, Einwirkung

Vd: Design Schubkraft, Einwirkung

M,c,Rd: Design Biegezugwiderstand, ohne Reduktionen

M,cRd,red: Endgültiger Biegezugwiderstand, design

N,c,Rd: Normalkraftwiderstand, design

V,c,Rd: Querkraftwiderstand, design

Ed,MN,el: Design Einwirkungen für elastische M+N Interaktion (M/W+N/A)

Rd,MN,el: Design Widerstand für elastische M+N Interaktion

Ed,V,el: Design Schubspannung Einwirkungen, elastisch (V/Av)

Rd,V,el: Design Schubwiderstand, elastisch

Ausnutzungsgrade:

X,pl: Plastische Ausnutzung, wenn möglich
 X,el: Elastische Ausnutzung (nur kritisch bei unmögl. pl. Berechnung)
 w,b: Schubbeulen des Steges
 MN,bk: Knicken durch Normalkraft und Biegung

	Md	Nd	Vd	[kN, m]	Ausnutzungsgrade: [%]				
	M,c,Rd	McRd,red	N,c,Rd	V,c,Rd	M,pl	N,pl	V,pl	w,b	MN,bk
	Ed,MN,el	Rd,MN,el	Ed,V,el	Rd,V,el	MN,el	V,el			

z:	4.52	"A", lbk = 0.40 m							
	-179.86	-26.96	156.83						
	200.64	200.64	2359.20	447.10	89.6	1.1	35.1	---	---
	244.16	240.00	48.60	240.00	103.5	12.3			
z:	5.08	"A", lbk = 0.40 m							
	-1.79	-16.99	162.60						
	200.64	200.64	2359.20	447.10	0.9	0.7	36.4	---	---
	4.13	240.00	50.39	240.00	0.0	13.2			

Stahlnachweise sind erfüllt.

Schubübertragung in den Schlössern:

Schubkraft: 223.43 [kN/m], übertragb. Schubkraft je Preßstelle: 75.0 [kN]

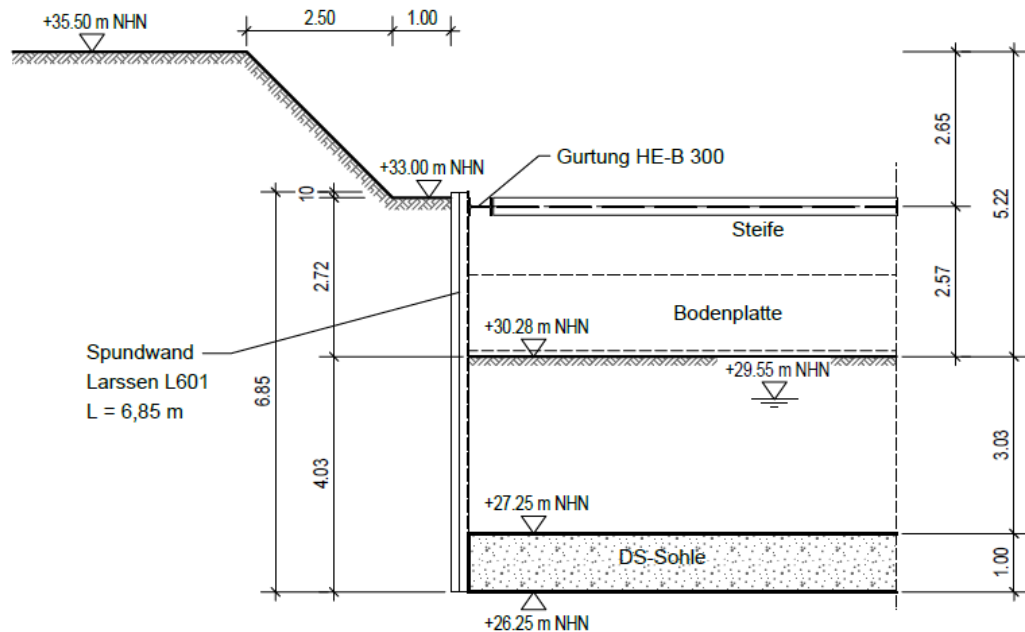
Max. Abstand Verpresspunkte= 0.17[m], falls jedes 2. Schloss verpresst

" " " = 0.22[m], falls 2 von 3 Schlössern verpresst

" " " = 0.25[m], falls 3 von 4 Schlössern verpresst

6.2 SPW 2 – NACHBAR

System



SpW	L 601	S240GP
	$L \geq 6,85 \text{ m}$	(statisch erforderlich 5,79 m ab +33,00 m NHN → konstr. verlängert bis UK DS-Sohle)
Gurtung	HE-B 300	S235JR
Steifen	HE-B 280	S235JR
	$L \leq 7,07 \text{ m}$	
	450x250x12,5	S235JR
	$L \leq 14,14$	
	500x300x12,5	S235JR
	$L \leq 26,00 \text{ m}$	

HINWEIS: In den Bereichen der Baugrube ohne Nachbarbebauung (bei gleicher Böschungsbildung), unterliegt die Baugrubenwand geringerer Beanspruchung, so dass auf eine separate Berechnung dieser Bereiche verzichtet wird.

RIB Programm RTwalls

Version: 14.0 23012014

Projektname: Rosa-Luxemburg

Dateiname: SpW - Nachbar.rtw

Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.

Verwendete Norm: EN 1997-1

Wand:

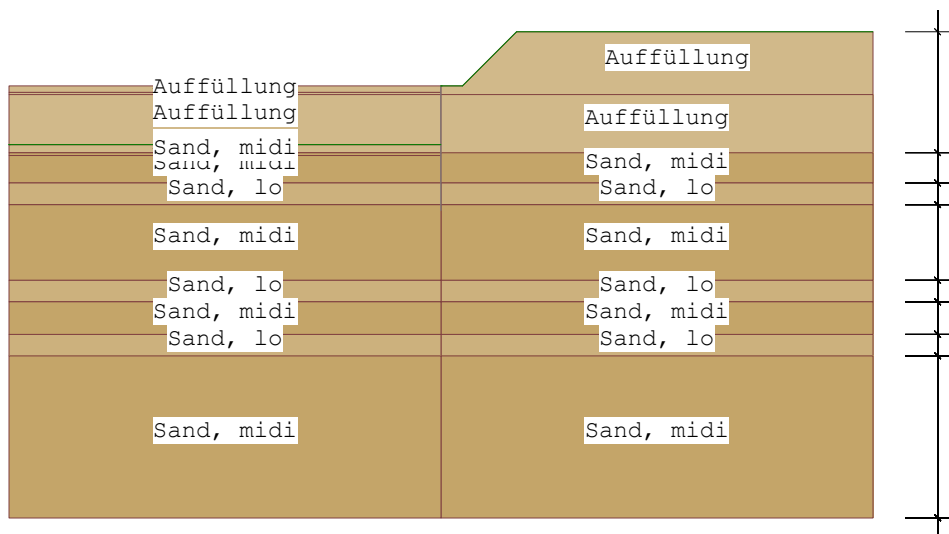
Systemkoordinaten des Wandkopfes: $x = 0.00$ m $z = 0.00$ m

Wandtyp: Spundwand, Salzgitter/ThyssenKrupp LARSEN U-Profil, L601

Material: S235

Trägheitsmoment $I = 11520$ cm⁴Querschnittsfläche $A = 98$ cm²Schubfläche $A_q = 55$ cm²EI $EI = 24192.00$ kNm²EA $EA = 2064300$ kNWandgewicht $g = 0.78$ kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

ϕ [°]	...Winkel der inneren Reibung
$\delta.a$ [°]	...Wandreibungswinkel aktiv
$\delta.p$ [°]	...Wandreibungswinkel passiv
c' [kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
$\delta.c$ [°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
$\delta.A_v$ [°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Auffüllung	30.00	20.00	-20.00	0.00	17.00	9.50
Sand, midi	35.00	23.33	-15.00	0.00	17.50	10.00
Sand, lo	32.50	21.67	-15.00	0.00	17.00	9.50

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Auffüllung	10.00	20.00	---	---	---	---
Sand, midi	11.67	23.33	---	---	---	---
Sand, lo	10.83	21.67	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Auffüllung	Nein	0.000000	---
Sand, midi	Nein	0.000000	---
Sand, lo	Nein	0.000000	---

Abstützung:

z[m]	Neig.[°]	Art	Feder[kN]	Drehfed[kN]
0.30	0.00	verschieblich	-	-

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

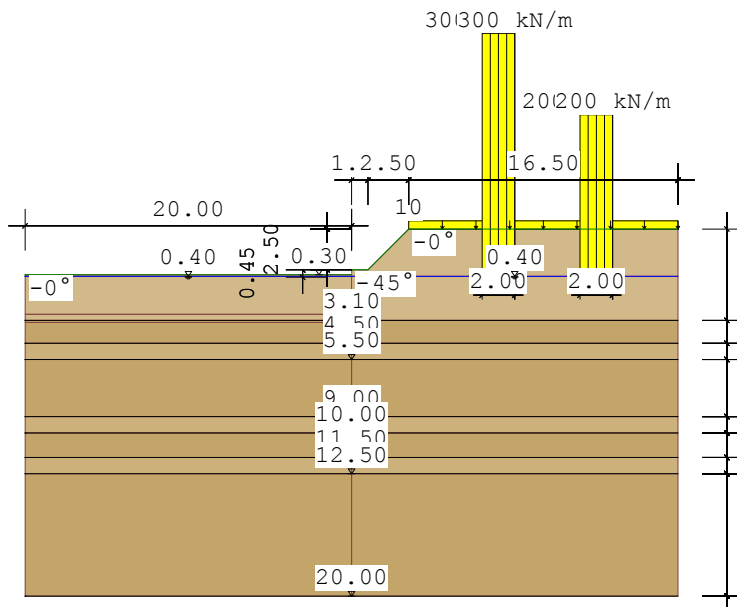
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

Verwendete Norm: EN 1997-1

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruchedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	--	1.10	--
ungünstig, ständig	1.10	--	1.10	--
günstig, veränderlich:	0.00	--	0.90	--
ungünstig, veränderlich:	1.50	--	1.50	--
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR, GEO-2: Widerstände (Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.20	1.25	1.30
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:Aushubtiefe $z_s = 0.30$ m**Belastung:**

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x [m]	z [m]	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	dx [m]	dz [m]	Verkehr	Reibung
1	14.00	0.50	200.00	200.00	2.00	0.00	Nein	Ja
2	8.00	0.50	300.00	300.00	2.00	0.00	Nein	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m ²]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.50	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:**Wasserstand rechts:**Wasserverlauf horizontal: $z = 0.40$ m**Wasserstand links:**Wasserverlauf horizontal: $z = 0.40$ m**Berechnungsoptionen Bauzust. A****Allgemein:**

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fußeinspannung nach BLUM.

Art der Kopflagerung: frei

Horiz.Verformungen wirken in nachfolg.Bauzuständen als Stützensenkung: Nein

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.

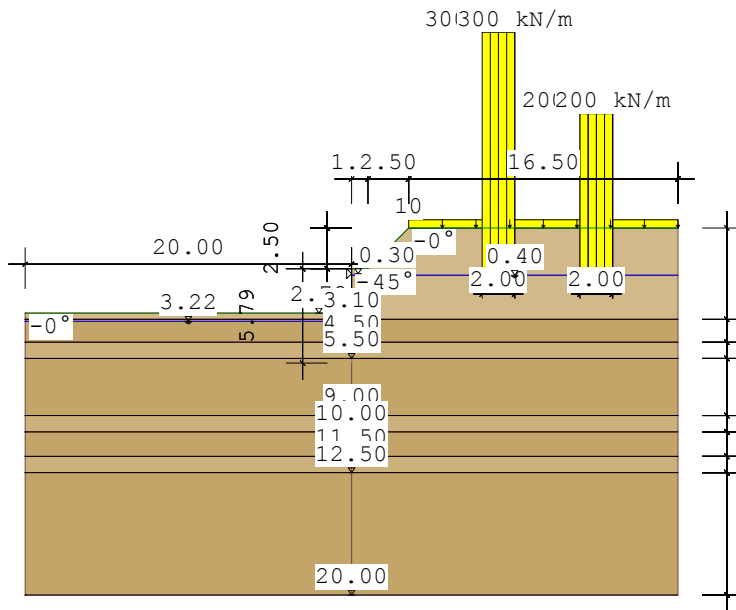
Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m
 Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Bauzustand B:

Aushubtiefe $z_s = 2.72$ m

Belastung:

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x [m]	z [m]	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	dx [m]	dz [m]	Verkehr	Reibung
1	14.00	0.50	200.00	200.00	2.00	0.00	Nein	Ja
2	14.00	0.50	200.00	200.00	2.00	0.00	Nein	Ja
3	8.00	0.50	300.00	300.00	2.00	0.00	Nein	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m ²]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.50	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:**Wasserstand rechts:**

Wassererlauf horizontal: $z = 0.40$ m

Wasserstand links:

Wassererlauf horizontal: $z = 3.22$ m

Abstützung:

z [m]	Neig. [°]	Art	Feder [kN]	Drehfed [kN]
0.30	0.00	verschieblich	-	-

Berechnungsoptionen Bauzust. B

Allgemein:

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Geometrie rechteckförmig.

Erddruck aus Verkehrslasten wird aufgesetzt.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m

Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ergebnis:

Bauzustand A BS-T(2):

o.w.N.

Bauzustand B BS-T(2):

Aushubtiefe $z_s = 2.72$ m

Berechnete Wandlänge = 5.79 m

Einbindetiefe $t_s = 3.07$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindlänge):

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	U_{hd} [kN]	delta H
1	3.200	8.063	-66.402	-58.339
2	5.200	164.444	-194.329	-29.885
3	7.200	503.988	-364.488	139.500
4	5.553	206.919	-220.958	-14.040
5	5.754	235.167	-237.497	-2.331
6	5.955	268.121	-254.594	13.528
7	5.784	241.115	-241.253	-0.138
8	5.790	241.431	-241.253	0.178

Erddruck infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis erhöhter aktiver Erddruck:

Fläche d.Kurve=119.810 ... charakteristischer Erddruck Ehk

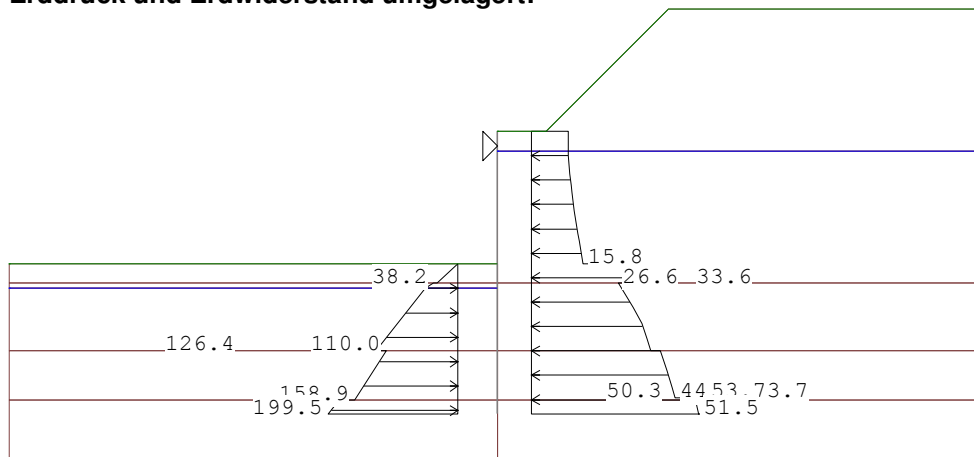
Nr.	z-pos [m]	eh [kN/m]
1	0.000	0.000
2	0.400	2.650
3	0.822	4.212
4	1.039	6.069
5	2.048	19.317
6	3.100	28.043
7	3.100	21.572
8	3.939	27.120
9	4.500	28.946
10	4.500	31.726
11	5.500	35.114
12	5.500	32.038
13	5.790	32.968

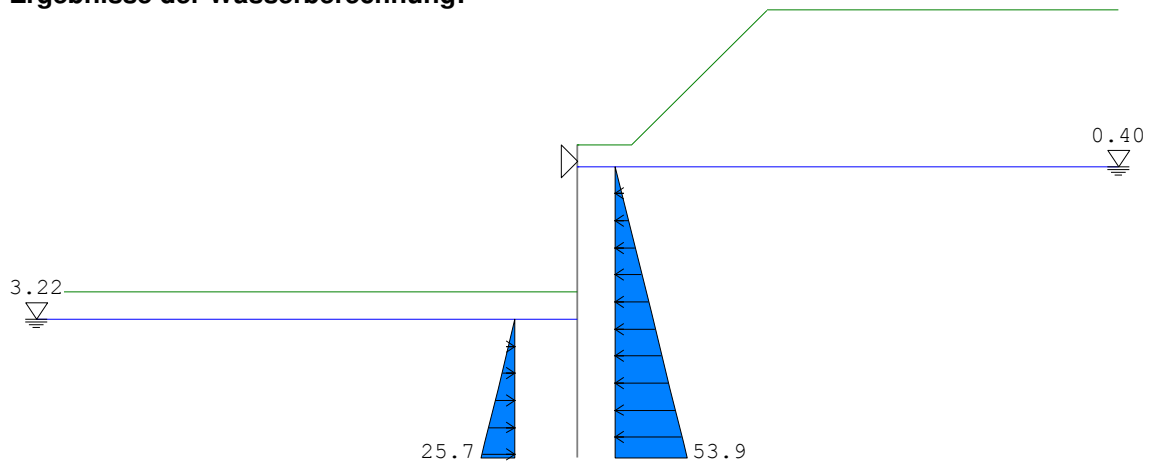
Erdwiderstand infolge Bodeneigengewicht:

Ergebnis Erdwiderstand durch Bodeneigengewicht:

Fläche d.Kurve=314.665 ... charakteristischer Erdwiderstand Ephk

Nr.	z-pos [m]	eh [kN/m]
1	2.720	-0.000
2	3.100	-32.327
3	3.100	-38.225
4	3.220	-50.650
5	4.500	-126.389
6	4.500	-110.014
7	5.500	-158.943
8	5.500	-182.602
9	5.790	-199.512

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:


Ergebnisse der Wasserberechnung:


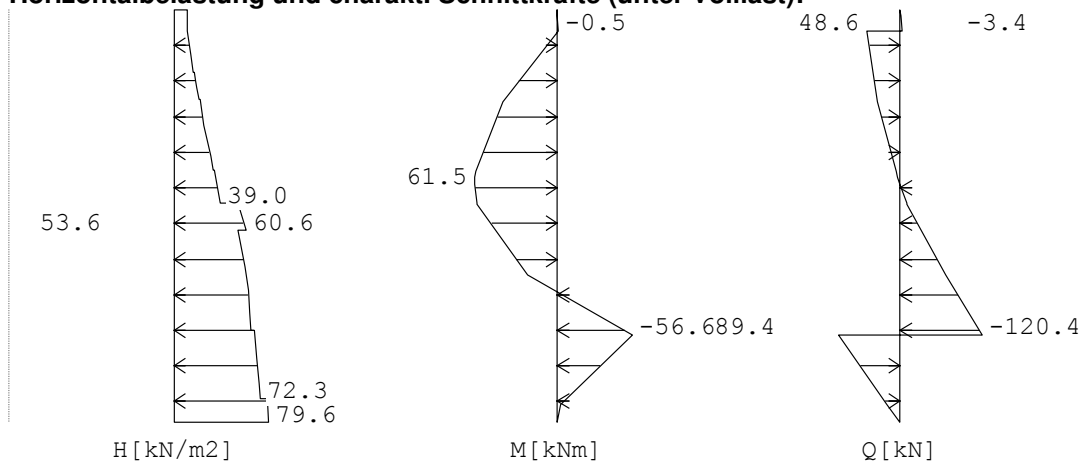
Wasserstand Erdseite: 0.40 m
 Wasserstand Luftseite: 3.22 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos [m]	W [kN]
0.40	0.00
3.10	27.00
4.50	41.00
5.50	51.00
5.79	53.86

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

z-Pos [m]	W [kN]
3.22	0.00
4.50	-12.80
5.50	-22.80
5.79	-25.66

Horizontalbelastung und charakt. Schnittkräfte (unter Volllast):

Aushubtiefe zs= 2.72 m

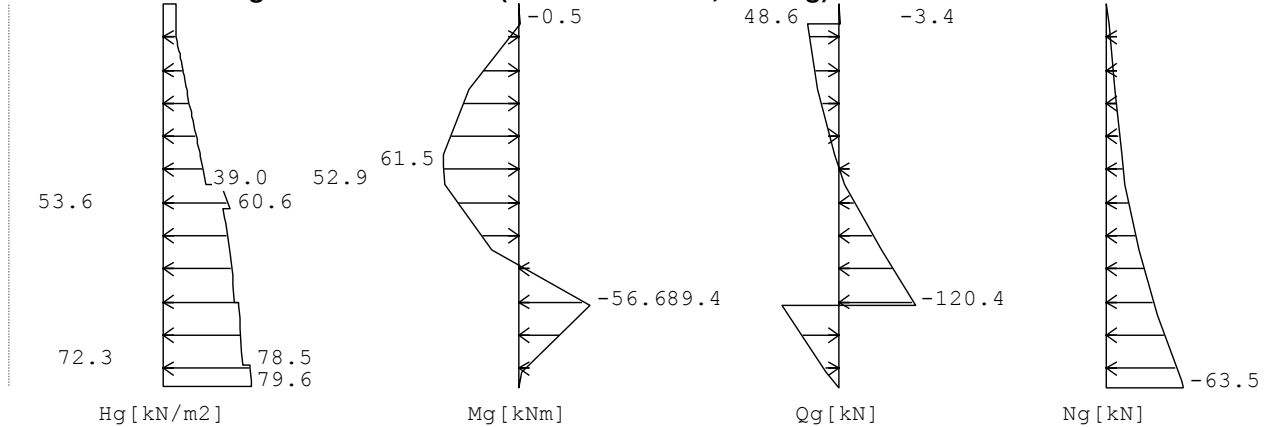
Abstützung: x:0.00 m z:0.30 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:-51.966 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm
 Abstützung: x:0.00 m z:4.56 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:-209.785 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

$$U_h = F_x = -209.79 \text{ kN}$$

Abstützung: x:0.00 m z:5.79 m ... Abstützung verschieblich, vertikal

$F_x: 0.000 \text{ kN}$ $F_z: 63.526 \text{ kN}$ $M: 0.000 \text{ kNm}$

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 2.72 m

Abstützung: x:0.00 m z:0.30 m ... Abstützung verschieblich, horizontal

$F_x: -51.967 \text{ kN}$ $F_z: 0.000 \text{ kN}$ $M: 0.000 \text{ kNm}$

Abstützung: x:0.00 m z:4.56 m ... Abstützung verschieblich, horizontal

$F_x: -209.782 \text{ kN}$
 $F_z: 0.000 \text{ kN}$
 $M: 0.000 \text{ kNm}$

$$U_h = F_x = -209.78 \text{ kN}$$

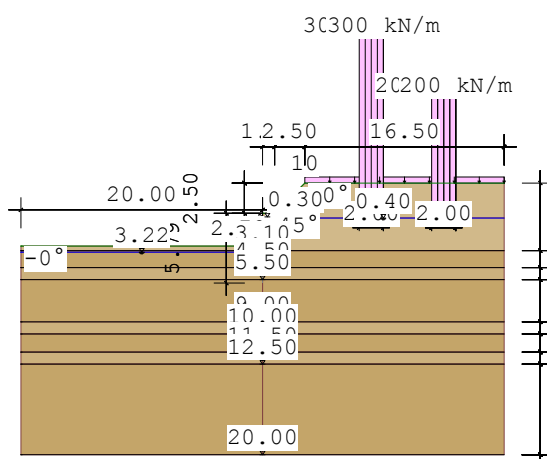
Abstützung: x:0.00 m z:5.79 m ... Abstützung verschieblich, vertikal

$F_x: 0.000 \text{ kN}$ $F_z: 63.525 \text{ kN}$ $M: 0.000 \text{ kNm}$

Extremalwerte:

z [m] = 2.45	maxM [kNm] = 61.52	zugHQ [kN] = 0.01
z [m] = 4.56	maxQ [kN] = 89.41	zugHM [kNm] = -56.60
z [m] = 4.56	minM [kNm] = -56.60	zugHQ [kN] = -120.38
z [m] = 4.56	minQ [kN] = -120.38	zugHM [kNm] = -56.60

Bemessungsschnittkräfte:

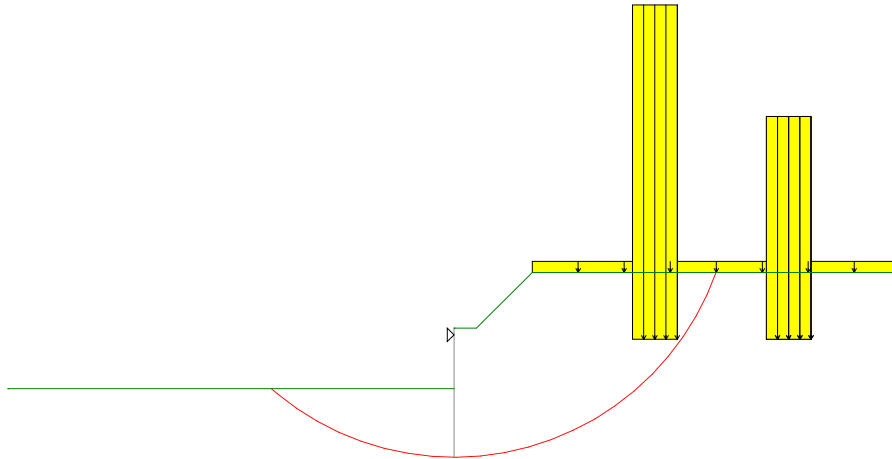


Extremalwerte:

z [m] = 2.45	maxM [kNm] = 70.75	zughQ [kN] = -0.32
z [m] = 4.56	maxQ [kN] = 102.82	zughM [kNm] = -65.08
z [m] = 4.56	minM [kNm] = -65.08	zughQ [kN] = -138.43
z [m] = 4.56	minQ [kN] = -138.43	zughM [kNm] = -65.08

Charakteristischer Erdwiderstand Ephk:

$$E_{ph,k} = 313.86 \text{ kN}$$

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:**Ergebnis:**

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:0.00 m z:-6.67 m Radius:12.46 m

Ed(Treibkraft): 861.89 kN Rd(Haltekraft): 817.39 kN

Ed>Rd .. NW nicht erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:**Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:**

	Einwirkung [kN]	Widerstand [kN]
$\gamma_G \cdot U_{gh,k} =$	$1.15 \cdot 209.78 = 241.25$	$313.86 / 1.30 = 241.43$
$\gamma_Q \cdot U_{qh,k} =$	$1.30 \cdot 0.00 = 0.00$	
Summe	Uh,d= 241.25	Eph,d= 241.43

$E_{ph,d} \geq U_{h,d} \dots 241.43 \geq 241.25 \dots$ NW erfüllt

Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Auf d.rechten Seite gibt es mehrere Erdschichten:		
1: z1/z2=-2.50/3.10 delta=20.00°	47.25	17.20
2: z1/z2=3.10/4.50 delta=23.33°	45.29	19.53
3: z1/z2=4.50/5.50 delta=21.67°	42.32	16.82
4: z1/z2=5.50/5.79 delta=23.33°	14.56	6.28
Wandgewicht Gk:		4.51
Auflagerkräfte:		
Abstützung 1: x/z=0.00/0.30	-51.97	0.00
Wasserdruck rechts:	112.24	
Summe Vk:		64.34

Horizontale charakteristische Auflagerkraft Bhk links:

$$B_{hk} = B_{Ghk} + B_{Qhk} + B_{Whk} = 209.78 + 0.00 + 0.00 = -209.78$$

Relevantes $\delta_{tap} = 15.10^\circ$

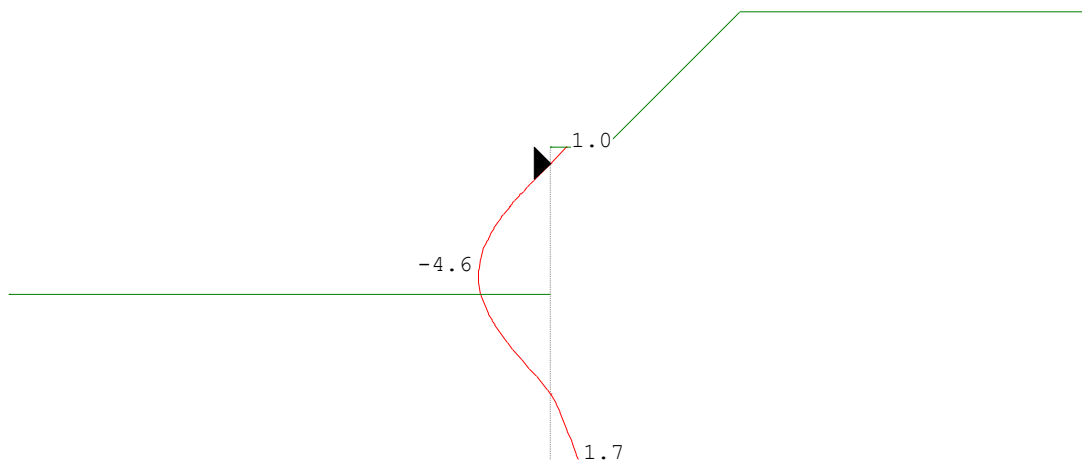
$$B_{vk} = B_{hk} \cdot \tan(\delta) = 209.78 \text{ kN} \cdot \tan(15.10^\circ) = -56.61$$

Summe: -0.09 7.73
(nach unten)

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq B_{vk} \dots 64.34 \geq 56.61 \dots$ NW erfüllt

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):



Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	0.999
2	0.300	0.000
3	2.300	-4.576
4	5.790	1.742
5	5.790	1.742

Übersicht der Nachweise Bauzustand B BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe $z_s = 2.72 \text{ m}$

Berechnete Wandlänge = 5.79 m

Einbindetiefe $t_s = 3.07 \text{ m}$

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 2.45	maxM [kNm]	= 70.75	zughQ [kN]	= -0.32
z [m] = 4.56	maxQ [kN]	= 102.82	zughM [kNm]	= -65.08
z [m] = 4.56	minM [kNm]	= -65.08	zughQ [kN]	= -138.43
z [m] = 4.56	minQ [kN]	= -138.43	zughM [kNm]	= -65.08

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x: 0.00 m z: -6.67 m Radius: 12.46 m

Ed (Treibkraft): 861.89 kN Rd (Haltekraft): 817.39 kN

Ed > Rd .. NW nicht erfüllt.

Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:

$E_{ph,d} \geq U_{h,d} \dots 241.43 \geq 241.25 \dots$ NW erfüllt

Horizontal/Vertikalkräfte:

Summe: $H = -0.09 \text{ kN}$ $V = 7.73 \text{ kN}$

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq B_{vk} \dots 64.34 \geq 56.61 \dots$ NW erfüllt

Anker(A)- und Stützkkräfte(S) über alle Bauzustände:**Bauzustand B BS-T(2):****Charakteristische Kräfte:**

Typ	Lage [m]	$A_{hg,k}$ [kN/lfm]	$A_{hq,k}$ [kN/lfm]	$A_{hg+q,k}$ [kN/lfm]
-----	-------------	------------------------	------------------------	--------------------------

S	0.30	-51.97	-0.00	-51.97
---	------	--------	-------	--------

Bemessungskräfte im BS-P(1):

Typ	Lage [m]	$A_{hg,k}$ [kN/lfm]	$A_{hq,k}$ [kN/lfm]	$A_{h,d}$ [kN/lfm]
-----	-------------	------------------------	------------------------	-----------------------

S	0.30	-51.97	-0.00	-66.26
---	------	--------	-------	--------

Rückbauzustand

RIB Programm RTwalls

Version: 14.0 23012014

Projektname: Rosa-Luxemburg

Dateiname: SpW - Nachbar RZ.rtw

Protokoll der Eingabe:

Alle Angaben beziehen sich auf pro lfd.m Wandlänge.

Verwendete Norm: EN 1997-1

Wand:

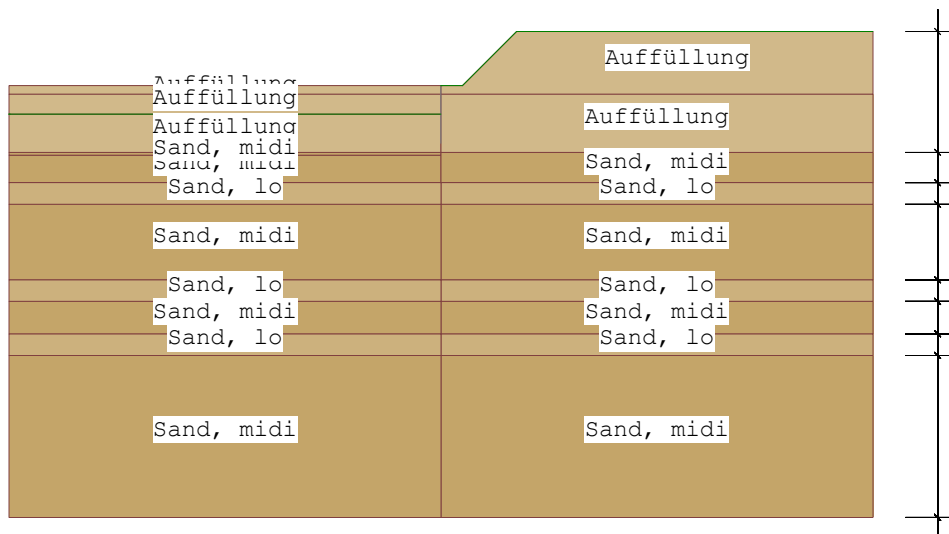
Systemkoordinaten des Wandkopfes: $x = 0.00$ m $z = 0.00$ m

Wandtyp: Spundwand, Salzgitter/ThyssenKrupp LARSEN U-Profil, L601

Material: S235

Trägheitsmoment $I = 11520$ cm⁴Querschnittsfläche $A = 98$ cm²Schubfläche $A_q = 55$ cm²EI $EI = 24192.00$ kNm²EA $EA = 2064300$ kNWandgewicht $g = 0.78$ kN/m

Erdschichtwerte:



Legende:

ϕ [°]	...Winkel der inneren Reibung
$\delta.a$ [°]	...Wandreibungswinkel aktiv
$\delta.p$ [°]	...Wandreibungswinkel passiv
c' [kN/m ²]	...Kohäsion
Wichte[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens ohne Auftrieb
Wichte'[kN/m ³]	...Gewicht des Bodens unter Auftrieb
$\delta.c$ [°]	...Wandreibungswinkel der Ersatzkraft.
$\delta.A_v$ [°]	...Wandreibungswinkel V-Nachweis
vor.kah,k0h	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert (Ruhedruck)
vor.kph	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert
vor.kach	...vorgegebener aktiver Erddruckbeiwert Kohäsion
vor.kpch	...vorgegebener passiver Erddruckbeiwert Kohäsion
durchlässig	...Schicht ist wasserdurchlässig
kStroem[cm/s]	...Durchlässigkeitsbeiwert
WasserHUK[mWS]	...Wasserdruckhöhe an UK einer undurchl. Schicht

Erdschichtparameter:

Name	phi	delta.a	delta.p	c'	Wichte	Wichte'
Auffüllung	30.00	20.00	-20.00	0.00	17.00	9.50
Sand, midi	35.00	23.33	-15.00	0.00	17.50	10.00
Sand, lo	32.50	21.67	-15.00	0.00	17.00	9.50

Name	delta.c	delta.Av	vor.kah	vor.kph	vor.kach	vor.kpch
Auffüllung	10.00	20.00	---	---	---	---
Sand, midi	11.67	23.33	---	---	---	---
Sand, lo	10.83	21.67	---	---	---	---

Name	durchlässig	kStroem	WasserHUK
Auffüllung	Nein	0.000000	---
Sand, midi	Nein	0.000000	---
Sand, lo	Nein	0.000000	---

Abstützung:

z[m]	Neig.[°]	Art	Feder[kN]	Drehfed[kN]
2.02	0.00	verschieblich	-	-

Berechnung Optionen:

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite.

Stabwerk Berechnung Optionen

Maximale Anzahl von Iterationsschritten: 30

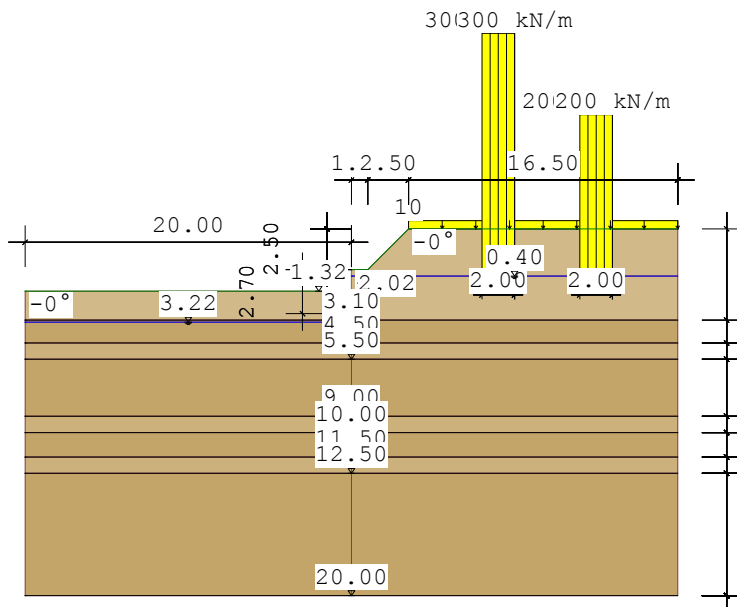
Genauigkeit eps für Konvergenz 0.10 m

Verwendete Norm: EN 1997-1

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen:

Bemessungslastfall 2

Bemessungssituationen:	BS-P(1)	BS-T(2)	BS-T(2)/3	BS-A(3)
STR/GEO-2: Nachweis in den konstruktiven Grenzzuständen:				
ständig, allgemein:	1.35	1.20	1.15	1.10
ständige Einwirkungen Wasser (EAU):	1.35	1.20	1.18	1.10
ungünstig veränderlich:	1.50	1.30	1.20	1.10
ständig, Erdruchedruck:	1.20	1.10	1.07	1.00
EQU: Nachweis des Gleichgewichtzustandes				
günstig, ständig:	0.90	--	1.10	--
ungünstig, ständig	1.10	--	1.10	--
günstig, veränderlich:	0.00	--	0.90	--
ungünstig, veränderlich:	1.50	--	1.50	--
Strömungskraft ungünstiger Untergrund:	1.80	1.60	1.50	1.35
GEO-3: Gebrauchstauglichkeit (Gleitkreis)				
ständig:	1.00	1.00	1.00	1.00
ungünstig, veränderlich:	1.30	1.20	1.10	1.00
STR, GEO-2: Widerstände (Gleiten, Grundbruch, Bemessung)				
Erdwiderstand:	1.40	1.30	1.25	1.20
Widerstand des Stahlzuggliedes:	1.15	1.15	1.15	1.15
Widerstand des Verpresskörpers:	1.10	1.10	1.10	1.10
Widerstand Anker ohne Verpresskörper:	1.40	1.20	1.25	1.30
GEO-3: Geotechnische Kenngrößen (Gleitkreis)				
tan phi':	1.25	1.15	1.13	1.10
Kohäsion c':	1.25	1.15	1.13	1.10

Bauzustand A:Aushubtiefe $z_s = 1.32$ m**Belastung:**

Belastung auf das System.

Blocklasten auf das Gelände:

	x [m]	z [m]	q1 [kN/m ²]	q2 [kN/m ²]	dx [m]	dz [m]	Verkehr	Reibung
1	14.00	0.50	200.00	200.00	2.00	0.00	Nein	Ja
2	8.00	0.50	300.00	300.00	2.00	0.00	Nein	Ja

Unendliche Streifenlasten:

	passiv	x [m]	z [m]	q [kN/m ²]	Verkehr	Reibung
1	Nein	3.50	0.00	10.00	Nein	Ja

Wasserstände:**Wasserstand rechts:**Wasserverlauf horizontal: $z = 0.40$ m**Wasserstand links:**Wasserverlauf horizontal: $z = 3.22$ m**Abstützung:**

z [m]	Neig. [°]	Art	Feder [kN]	Drehfed [kN]
2.02	0.00	verschieblich	-	-

Berechnungsoptionen Bauzust. A**Allgemein:**

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Starttiefe für Iteration vorgeben: Nein

Erddruckumlagerung:

Es erfolgt keine Veränderung der Erddruckkurve.

Einwirkung b.Aushubsohle, darunter keine Umlagerung (DIN 1054:2010)

Gleitkreisberechnung:

Gleitkreisberechnung wird durchgeführt.

Rechteck der Kreismittelpunkte:

Breite: 15.00 m Höhe: 15.00 m x-Abstand: 0.00 m z-Abstand: 0.00 m

Wandfuß=Zwangspunkt, Zuschlag zum Wandfuß: 0.00 m

Ergebnis:**Bauzustand A BS-T(2):**

Aushubtiefe $z_s = 1.32$ m

Berechnete Wandlänge = 2.70 m

Einbindetiefe $t_s = 1.38$ m

Berechnung (Ermittlung der Einbindelänge):

Schritt	Tiefe[m]	E_{pgh}	U_{hd} [kN]	delta H
1	1.576	2.152	-32.439	-30.288
2	3.576	176.160	-86.434	89.726
3	2.081	18.957	-81.452	-62.495
4	3.474	159.680	-78.185	81.495
5	2.686	61.033	65.559	-4.527
6	2.763	68.144	23.864	44.280
7	2.693	61.676	62.289	-0.613
8	2.694	61.772	62.276	-0.504
9	2.695	61.869	62.263	-0.395
10	2.696	61.965	62.250	-0.285
11	2.697	62.062	62.237	-0.175
12	2.700	62.158	58.984	3.174

Erddruck und Erdwiderstand:**Erddruck Optionen**

Bodenart: nicht bindiger Boden.

Art der Erddruckberechnung: erhöht aktiv

Anteil des Erdruhedruckes: 50.00%

Erddruck durch Lasten wird bei horiz.Blocklasten nicht iterativ ermittelt.

Berechnung des Erdruhedruckes für Blocklasten nach Weißenbach

Horizontalfaktor ist abhängig von Bodenart: $n=4$

Berechnung des Erdruhedruckes für Linienlasten klassisch, dreiecksförmig

Berücksichtigung der Kohäsion nach DIN 4085 min k_{agh} : 0.20

negative Erddruckanteile aus Bodeneigengewicht und Auflasten werden zu Null gesetzt.

Vertikalanteil des Erddruckes berücksichtigen: Ja

Erdruhedruck nach DIN 4085-100 rechnen.

Gleitflächenwinkel: $45 + \phi/2$

Culmann Annäherung bei klassischer Erdwiderstandsberechnung (Böschung): Nein

Erdwiderstand Optionen

Art der Erdwiderstandsberechnung: klassisch

Schrittweite bei passiver Gudehus Berechnung: 0.50 m

Erdwiderstandsbeiwerte nach Pregl/Sokolovsky

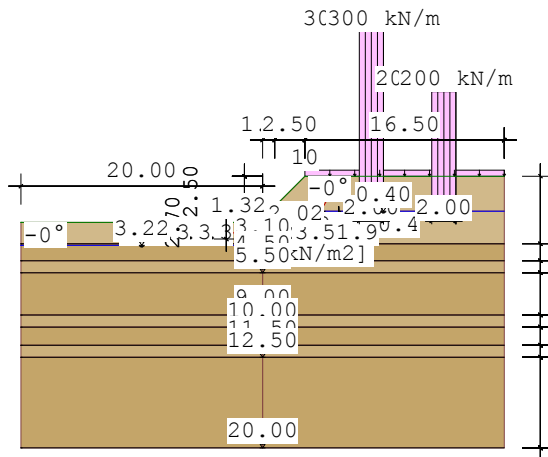


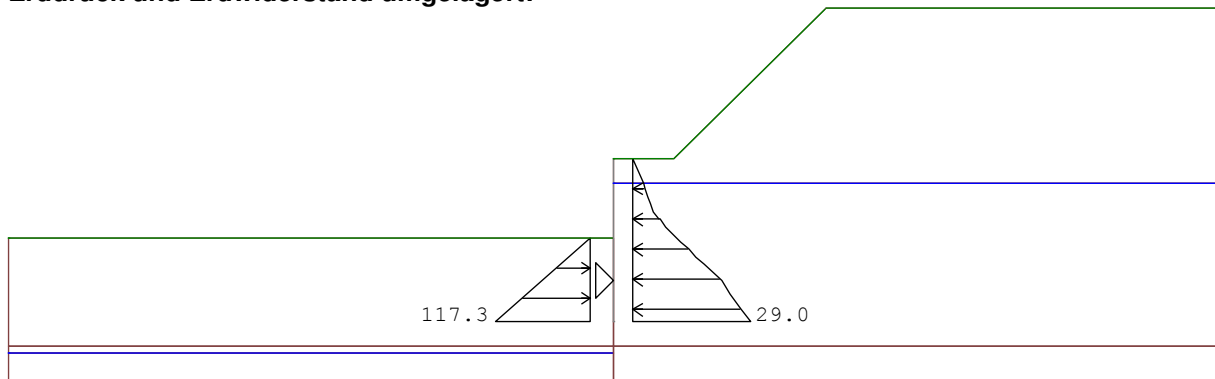
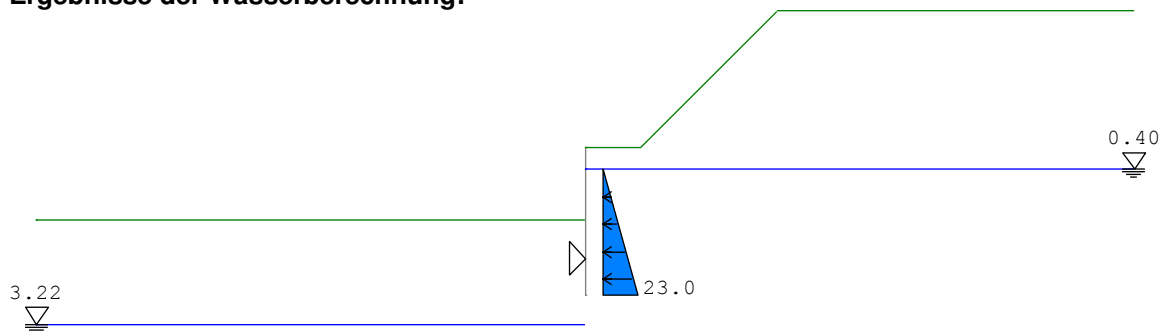
Bild... Erddruck und Erdwiderstand

Erddruckbeiwerte:

berechnete Erddruckbeiwerte:

Name	delta	beta	thetaA	thetaP	Kah	K0h	Kach
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	0.4264	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	0.4627	--
Sand, midi	-15.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	-20.00	-0.00	--	--	--	--	--
Auffüllung	20.00	45.00	--	--	0.7500	0.8467	--
Sand, midi	23.33	45.00	--	--	0.6710	0.7691	--
Sand, lo	21.67	45.00	--	--	0.7113	0.8092	--
Auffüllung	20.00	0.00	60.0000	--	0.2794	0.5000	--
Sand, midi	23.33	0.00	62.5000	--	0.2244	0.4264	--
Sand, lo	21.67	0.00	61.2500	--	0.2506	0.4627	--

Name	delta	beta	Kph	Kpch	Pregl	Kpph
Sand, midi	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, lo	15.00	-0.00	--	--	--	--
Sand, midi	-15.00	-0.00	6.3314	--	5.9171	5.6263
Auffüllung	-20.00	-0.00	5.7372	--	5.0041	4.6653
Auffüllung	20.00	45.00	--	--	--	--
Sand, midi	23.33	45.00	--	--	--	--
Sand, lo	21.67	45.00	--	--	--	--
Auffüllung	20.00	0.00	--	--	--	--
Sand, midi	23.33	0.00	--	--	--	--
Sand, lo	21.67	0.00	--	--	--	--

Erddruck und Erdwiderstand umgelagert:**Ergebnisse der Wasserberechnung:**

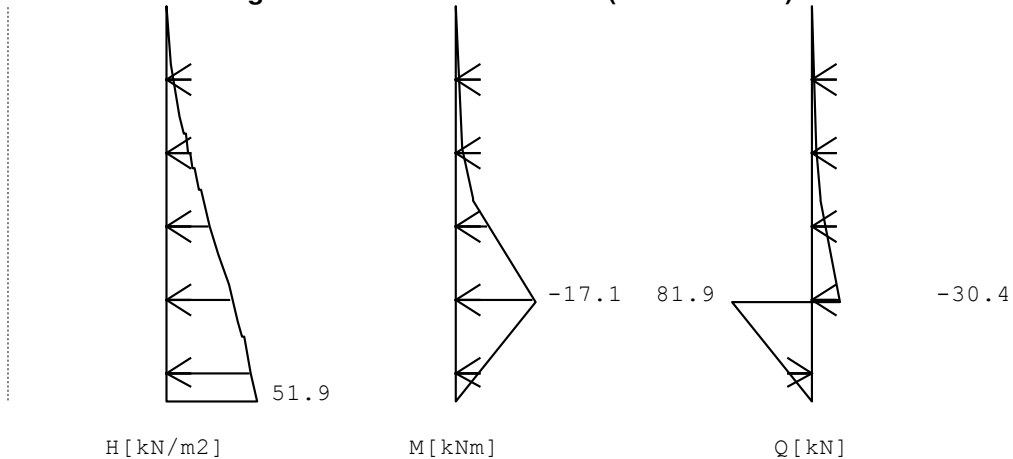
Wasserstand Erdseite: 0.40 m
 Wasserstand Luftseite: 3.22 m

Wasserdruck auf der Erdseite (rechts):

z-Pos [m]	W [kN]
0.40	0.00
2.70	22.98

Wasserdruck auf der Luftseite (links):

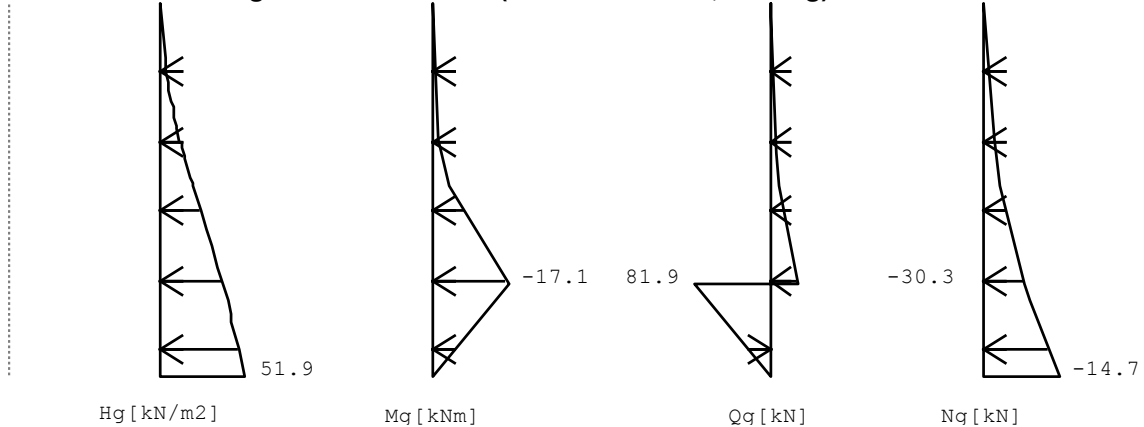
z-Pos [m]	W [kN]
-----------	--------

Horizontalbelastung und charakt. Schnittkräfte (unter Vollast):**Aushubtiefe zs= 1.32 m**

Abstützung: x:0.00 m z:2.02 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:-112.246 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Abstützung: x:0.00 m z:2.15 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 $F_x: 51.290 \text{ kN}$ $F_z: 0.000 \text{ kN}$ $M: 0.000 \text{ kNm}$
 $U_h = F_x = 51.29 \text{ kN}$
 Abstützung: x:0.00 m z:2.70 m ... Abstützung verschieblich, vertikal
 $F_x: 0.000 \text{ kN}$ $F_z: 14.666 \text{ kN}$ $M: 0.000 \text{ kNm}$

Horizontalbelastung und Schnittkräfte (charakteristisch, ständig):



Aushubtiefe zs= 1.32 m

Abstützung: x:0.00 m z:2.02 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:-112.213 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

Abstützung: x:0.00 m z:2.15 m ... Abstützung verschieblich, horizontal
 Fx:51.277 kN Fz:0.000 kN M:0.000 kNm

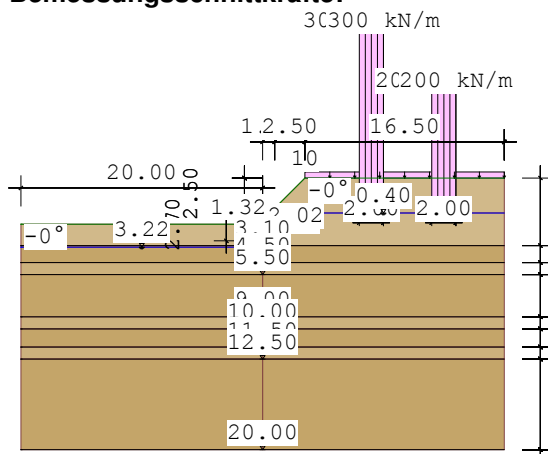
Uh = Fx = 51.28 kN

Abstützung: x:0.00 m z:2.70 m ... Abstützung verschieblich, vertikal
 Fx:0.000 kN Fz:14.665 kN M:0.000 kNm

Extremalwerte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm] = 0.00	zughQ [kN] = 0.00
z [m] = 2.02	maxQ [kN] = 81.87	zughM [kNm] = -17.08
z [m] = 2.02	minM [kNm] = -17.08	zughQ [kN] = 81.87
z [m] = 2.02	minQ [kN] = -30.35	zughM [kNm] = -17.08

Bemessungsschnittkräfte:

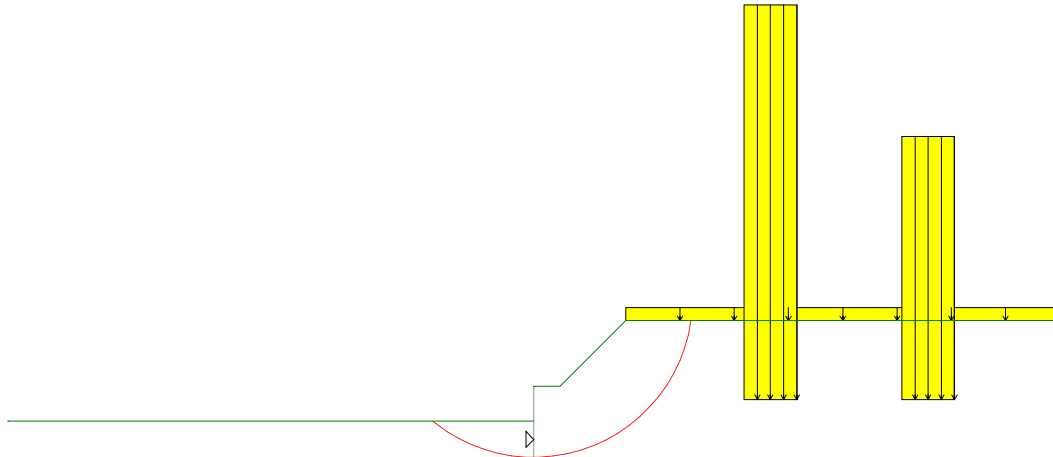


Extremalwerte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm] = 0.00	zugHQ [kN] = 0.00
z [m] = 2.02	maxQ [kN] = 94.15	zugHM [kNm] = -19.65
z [m] = 2.02	minM [kNm] = -19.65	zugHQ [kN] = 94.15
z [m] = 2.02	minQ [kN] = -34.90	zugHM [kNm] = -19.65

Charakteristischer Erdwiderstand Eph,k:

$$E_{ph,k} = 80.81 \text{ kN}$$

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:**Ergebnis:**

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:0.00 m z:-3.33 m Radius:6.03 m

Ed(Treibkraft): 148.00 kN Rd(Haltekraft): 161.67 kN

Ed ≤ Rd .. NW erfüllt.

Erdstatische Nachweise GEO-2:**Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:**

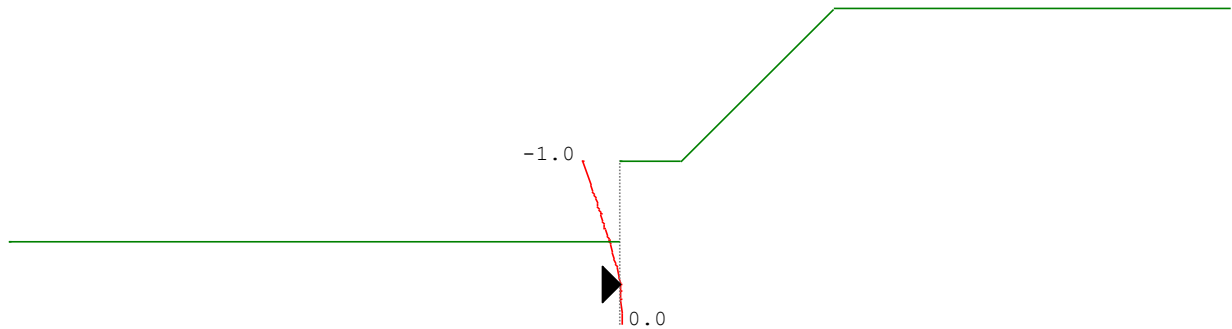
	Einwirkung [kN]	Widerstand [kN]
$\gamma G \cdot U_{gh,k} =$	$1.15 \cdot -51.28 = -58.97$	$80.81 / 1.30 = 62.16$
$\gamma Q \cdot U_{qh,k} =$	$1.30 \cdot 0.00 = 0.00$	
Summe	$U_{h,d} = -58.97$	$E_{ph,d} = 62.16$

 $E_{ph,d} \geq U_{h,d} \quad \dots \quad 62.16 \geq 58.97 \quad \dots \quad \text{NW erfüllt}$
Horizontal/Vertikalkräfte:

Position	H-Kraft	V-Kraft
Erdschichten auf der rechten Seite:		
1: $z_1/z_2 = -2.50/2.70$ $\Delta = 20.00^\circ$	34.47	12.55
Wandgewicht G_k :		2.10
Auflagerkräfte:		
Abstützung 1: $x/z = 0.00/2.02$	-112.21	0.00
Wasserdruck rechts:	26.43	
Summe V_k :		14.65
Horizontale charakteristische Auflagerkraft B_{hk} links:		
$B_{hk} = B_{Ghk} + B_{Qhk} + B_{Whk} = -51.28 + 0.00 + 0.00 =$	51.28	
Relevantes $\Delta = 20.00^\circ$		
$B_{vk} = B_{hk} \cdot \tan(\Delta) = -51.28 \text{ kN} \cdot \tan(20.00^\circ) =$		18.66
Summe:	-0.03	33.31 (nach unten)

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq B_{vk} \quad \dots \quad 14.65 \geq -18.66 \quad \dots \quad \text{NW erfüllt}$

Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Verformung unter charakt. Volllast):

Verformung der Wand:

Nr.	z-pos [m]	x-Verf. [mm]
1	0.000	-0.984
2	2.020	0.000
3	2.700	0.043
4	2.700	0.043

Übersicht der Nachweise Bauzustand A BS-T(2):

Fußtiefe wird iterativ ermittelt.

Art der Konvergenz: Fuß horiz.verschieblich, Bettung möglich

Art der Kopflagerung: frei

Aushubtiefe $z_s = 1.32$ m

Berechnete Wandlänge = 2.70 m

Einbindetiefe $t_s = 1.38$ m

Bemessungsschnittkräfte:

z [m] = 0.00	maxM [kNm]	= 0.00	zughQ [kN]	= 0.00
z [m] = 2.02	maxQ [kN]	= 94.15	zughM [kNm]	= -19.65
z [m] = 2.02	minM [kNm]	= -19.65	zughQ [kN]	= 94.15
z [m] = 2.02	minQ [kN]	= -34.90	zughM [kNm]	= -19.65

Gleitkreisberechnung: (Verfahren Krey-Bishop) GEO-3:

Kreis mit kleinster Sicherheit:

x:0.00 m z:-3.33 m Radius:6.03 m

Ed(Treibkraft): 148.00 kN Rd(Haltekraft): 161.67 kN

Ed ≤ Rd .. NW erfüllt.

Tragfähigkeit des Erdaufagers GEO-2:

$E_{ph,d} \geq U_{h,d} \dots 62.16 \geq 58.97 \dots$ NW erfüllt

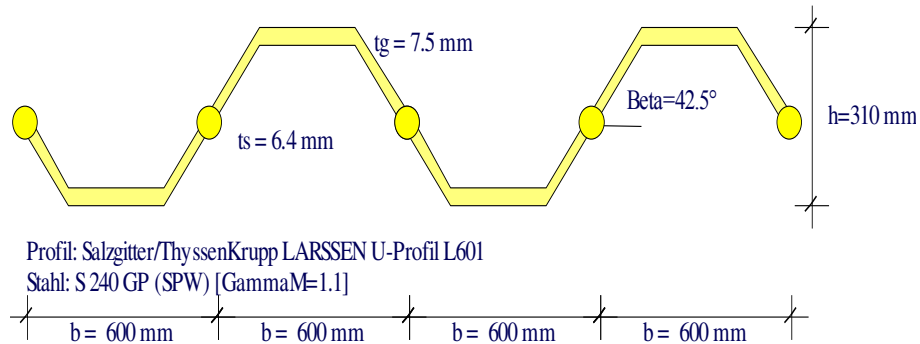
Horizontal/Vertikalkräfte:

Summe: H=-0.03 kN V=33.31 kN

Einfacher Nachweis:

Summe $V_k \geq B_{vk} \dots 14.65 \geq -18.66 \dots$ NW erfüllt

Bemessung



Bemessung der Spundwand

Maßgebende Bemessungs-Schnittgrößen E,d (je lfm Wand):

maximales Moment max M1 = 0.00 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z1 = 0.00 [m]
 zug. N1 = -0.00 [kN]
 Moment M2 = -19.65 [kNm] im Aushub: 'A'
 bei z2 = 2.02 [m]
 zug. N2 = -9.03 [kN]
 maximale Querkraft max Q = 94.15 [kN] im Aushub: 'A'
 bei z3 = 2.02 [m]
 zug. Moment = -19.65 [kNm]
 zug. N = -9.03 [kN]

Bemessungsnorm: EN 1993 (EC 3)

Sicherheiten:

gamma,M0: 1.00, gamma,M1: 1.10

beta,B: 1.00, beta,D: 1.00

Spundwand: (alle Werte gelten je lfm Wand)

Trägerabstand = 1.00 m

Profil = Salzgitter/ThyssenKrupp **LARSEN U-Profil L601**

A: 98.30 cm² Iy: 11520.00 cm⁴ Wy,el: 745.00 cm³ Wy,pl: 836.00 cm³

Stahl: E = 210000 N/mm², **fyk = 240 N/mm²**

Querschnittsklasse = 2 (b/t/eps = 249.0/7.5/0.990 = 33.6)

Schubbeulen des Steges (w,b): hw/s/(72*eps) = 223.88/6.40/72*0.99 = 49.1 %.

Keine Nachweise erforderlich.

Knicknachweise nach EN 1993-5 5.2.3 werden geführt.

Einwirkungen, Widerstände:

Md: Design Moment, Einwirkung

Nd: Design Normalkraft, Einwirkung

Vd: Design Schubkraft, Einwirkung

M,c,Rd: Design Biegezugwiderstand, ohne Reduktionen

M,cRd,red: Endgültiger Biegezugwiderstand, design

N,c,Rd: Normalkraftwiderstand, design

V,c,Rd: Querkraftwiderstand, design

Ed,MN,el: Design Einwirkungen für elastische M+N Interaktion (M/W+N/A)

Rd,MN,el: Design Widerstand für elastische M+N Interaktion

Ed,V,el: Design Schubspannung Einwirkungen, elastisch (V/Av)

Rd,V,el: Design Schubwiderstand, elastisch

Ausnutzungsgrade:

X,pl: Plastische Ausnutzung, wenn möglich

X,el: Elastische Ausnutzung (nur kritisch bei unmögl. pl. Berechnung)

w,b: Schubbeulen des Steges
 MN,bk: Knicken durch Normalkraft und Biegung

Md		Nd		Vd		[kN, m]		Ausnutzungsgrade: [%]		
M,c,Rd	McRd,red	N,c,Rd	N,c,Rd	V,c,Rd	V,c,Rd	M,pl	N,pl	V,pl	w,b	MN,bk
Ed,MN,el	Rd,MN,el	Ed,V,el	Ed,V,el	Rd,V,el	Rd,V,el	MN,el	V,el			
----- -----										
z:	2.02	"A", lbk = 0.68 m								
	-19.65	-9.03	94.15							
	200.64	200.64	2359.20	447.10		9.8	0.4	21.1	---	---
	27.29	240.00	29.18	240.00		1.3	4.4			

Stahlnachweise sind erfüllt.

Schubübertragung in den Schlössern:

Schubkraft: 129.37 [kN/m], übertragb. Schubkraft je Preßstelle: 75.0 [kN]

Max. Abstand Verpresspunkte = 0.29 [m], falls jedes 2. Schloss verpresst

" " " = 0.39 [m], falls 2 von 3 Schlössern verpresst

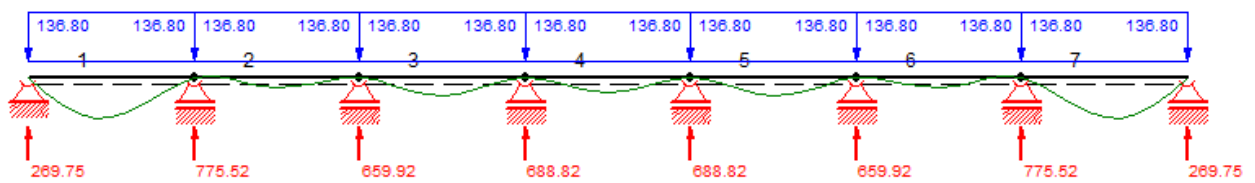
" " " = 0.43 [m], falls 3 von 4 Schlössern verpresst

6.3 AUSSTEIFUNG

3.6.1 GURTUNG

Als Statisches System im Straßenland wird ein 7-Feld-Träger mit einer Feldlänge von 5,0 m angenommen, vgl. Bild 6. Als Belastung wird die Stützenkraft des Spundwandschnittes im Straßenland angesetzt (Bemessungswert BZ B, siehe Seite 31).

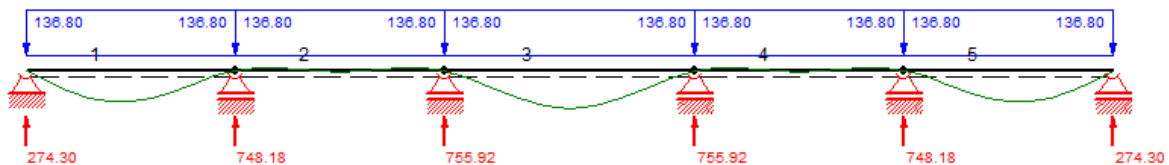
Bild 6 Gurt-Straßenland



Ergebnis: RuckZuck

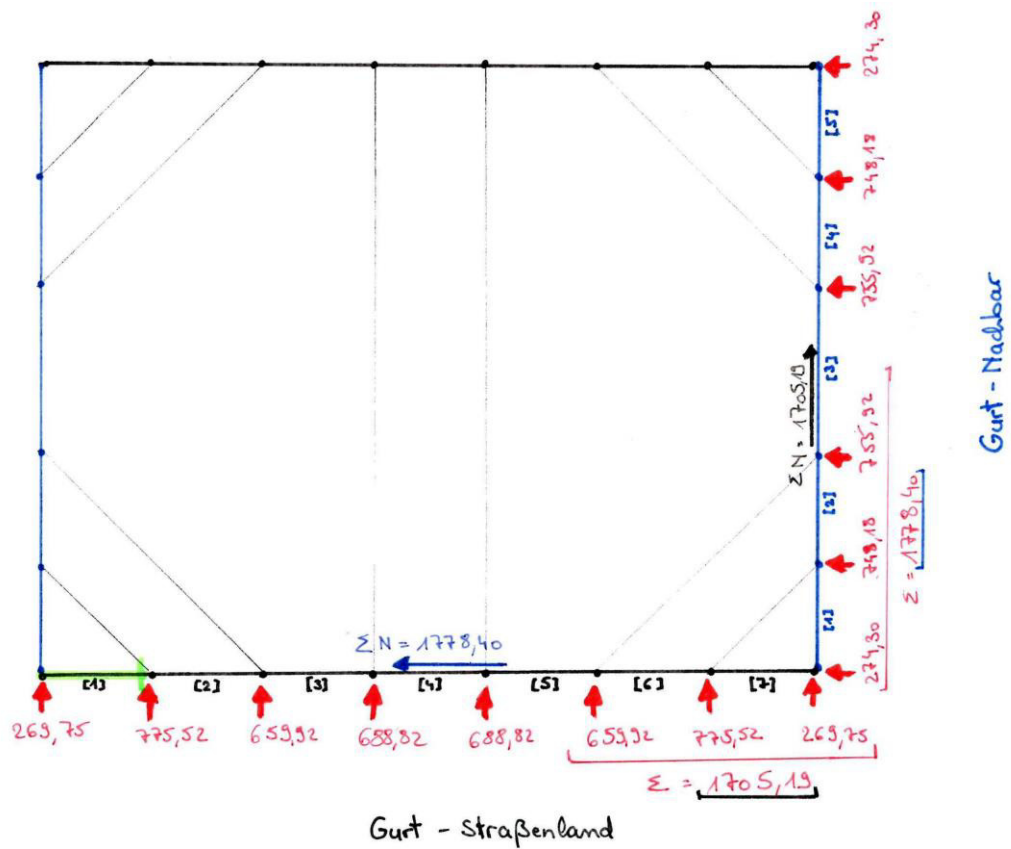
Als Statisches System zum Nachbar wird ein 5-Feld-Träger mit einer Feldlänge von 5,0 m bzw. 6,0 m (Stab 3 in Gurtmitte) angenommen, vgl. Bild 7. Als Belastung wird die Stützenkraft des Spundwandschnittes im Straßenland angesetzt (Bemessungswert BZ B, siehe Seite 31).

Bild 7 Gurt-Nachbar



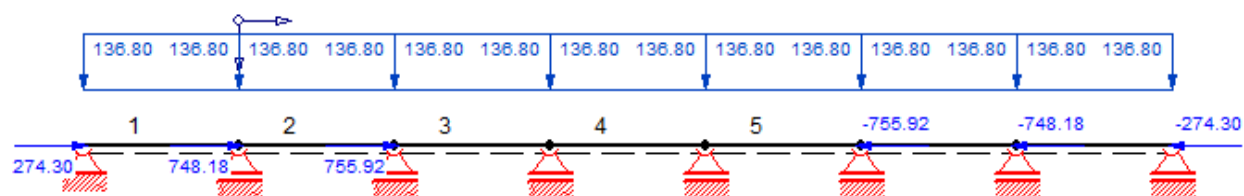
Ergebnis: RuckZuck

Das Statische System der Baugrubenaussteifung mit Gurtung und Anordnung der Steifen ist dem Bild 8 zu entnehmen.

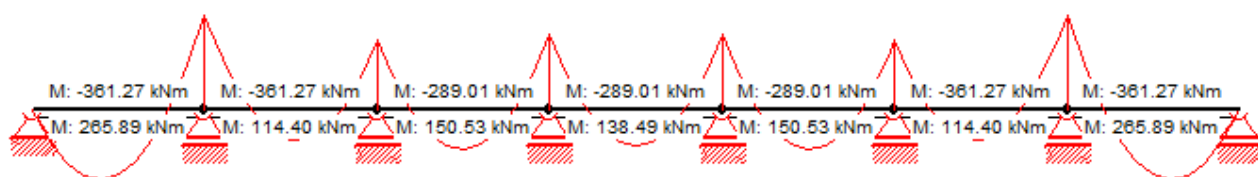
Bild 8 Statisches System Baugrube


Durch die Anordnung der Steifen werden zusätzlich zur Stützenkraft Normalkräfte in die Gurte übertragen. Die Auflagerkräfte aus dem Nachbar-Gurt wirken als Normalkraft im Straßenland-Gurt und umgekehrt.

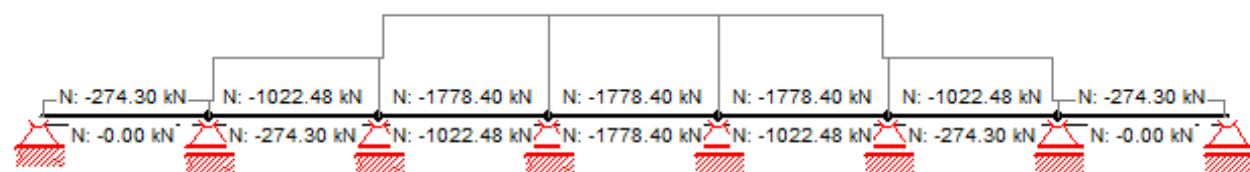
Die Ergebnisse der Schnittkraftbemessung der beiden Gurte sind in den Bildern 9 und 10 dargestellt.

Bild 9 **Ergebnisse Gurt-Straßenland**

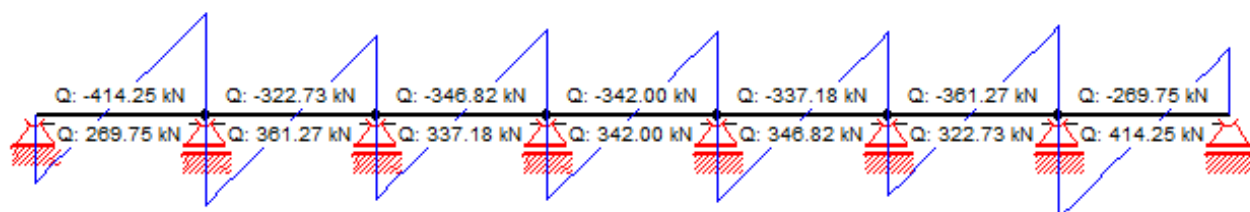
Einwirkung



Moment

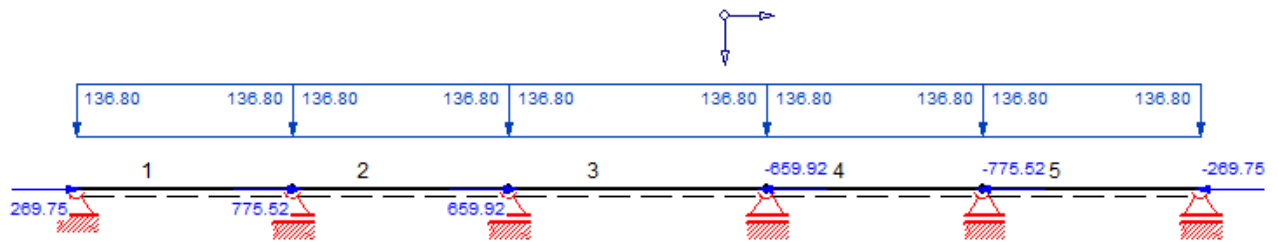


Normalkraft

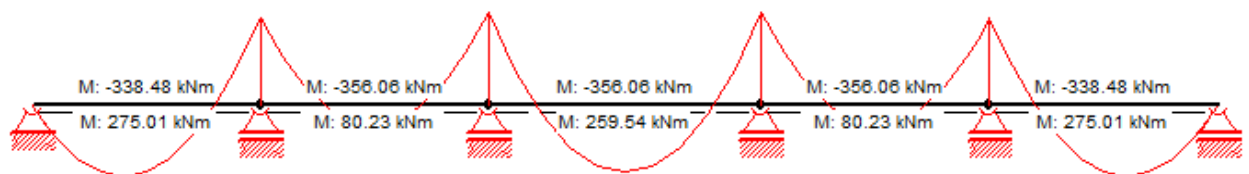


Querkraft

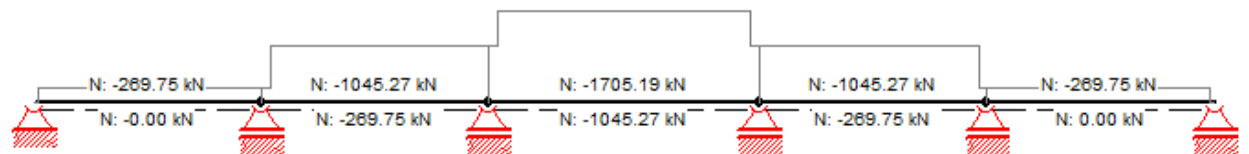
Ergebnis: RuckZuck

Bild 10 Ergebnisse Gurt-Nachbar

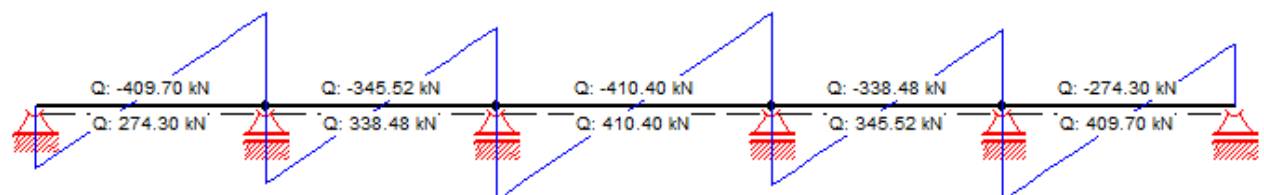
Einwirkung



Moment



Normalkraft



Querkraft

Ergebnis: RuckZuck

Als Profil wird ein HE-B 300 der Stahlgüte S355 gewählt.

Die Querschnittsnachweise der Gurtung werden für beide Seiten (Straßenland und Nachbar) für das maximale Feldmoment M_{\max} (jeweils Stab 1) und für die maximale Normalkraft N_{\max} in Trägermitte (Stab 4 bzw. Stab 3) nach Eurocode 3, EN 1993-1-1, 2005-11-01 + AC:2006 geführt.

Bemessung Gurt-Straßenland

Stab 1 / HE-B 300 / Eurocode 3 / Nutzlast 1 / Stablänge 5.00 m

Materialdaten

Stahl:	S355		
Teilsicherheitsbeiwert:	γ_{M0}	=	1.00
	γ_{M1}	=	1.00
	γ_{M2}	=	1.25
Streckgrenze:	$f_{y,k}$	=	35.5 kN/cm ²
Streckgrenzenbeiwert:	ϵ	=	0.81

Querschnittsdaten

Fläche:	A	=	149.10 cm ²
Trägheitsmomente:	I_y	=	25170.00 cm ⁴
	I_z	=	8563.00 cm ⁴
Widerstandsmomente:	W_y	=	1678.00 cm ³
	W_z	=	570.87 cm ³
	$W_{y,pl}$	=	1869.00 cm ³
	$W_{z,pl}$	=	870.10 cm ³

Nachweise Querschnitt

Druckbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -274.30 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{c,Rd} = 274.30/5293.05 = \mathbf{0.052 \leq 1.0}$$

Biegebeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = 361.27 \text{ kNm}$$

Bemessungswert:

$$M_{y,c,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y/M_{y,c,Rd} = 361.27/663.50 = \mathbf{0.544 \leq 1.0}$$

Querkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$Q = -414.25 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$A_v = 47.45 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } V/V_{c,Rd} = 414.25/972.53 = \mathbf{0.426 \leq 1.0}$$

Biege- und Normalkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = -361.27 \text{ kNm} \quad Q = -414.25 \text{ kN} \quad N = -274.30 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$Q_z \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$$

Abminderung der Streckgrenze kann vernachlässigt werden

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$N \leq 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 1323.26 \text{ kN} \text{ und } N \leq 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 406.12 \text{ kN}$$

Abminderung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit zufolge N kann vernachlässigt werden

$$M_{y,N,Rd} = M_{pl,y,Rd} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y / M_{y,N,Rd} = 361.27 / 663.50 = \mathbf{0.544 \leq 1.0} \quad \text{Stab erfüllt den Querschnittsnachweis!}$$

Nachweise Stabilität

Allgemeine Stabilitätsdaten

Stablänge	l	=	5.00 m
Knicklängen	l_{kz}	=	5.00 m
Abminderungsbeiwerte	α_z	=	0.49
Schlankheitsgrade	i_z	=	7.58 cm
	λ_z	=	0.86
	χ_z	=	0.62

Biegeknicken Z-Achse

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -274.30 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3294.52 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N / N_{b,z,Rd} = 274.30 / 3294.52 = \mathbf{0.083 \leq 1.0} \quad \text{Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!}$$

Stab 4 / HE-B 300 / Eurocode 3 / Nutzlast 1 / Stablänge 5.00 m**Nachweise Querschnitt****Druckbeanspruchung***Bemessungsschnittgrößen:*

$$N = -1778.40 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5289.5 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{c,Rd} = 1778.40/5289.5 = \mathbf{0.336 \leq 1.0}$$

Querkraftbeanspruchung*Bemessungsschnittgrößen:*

$$Q = 342.00 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$A_v = 47.45 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } V/V_{c,Rd} = 342.00/972.53 = \mathbf{0.352 \leq 1.0}$$

Biege- und Normalkraftbeanspruchung*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = -289.01 \text{ kNm} \quad Q = 342.00 \text{ kN} \quad N = -1778.40 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$Q_z \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$$

Abminderung der Streckgrenze kann vernachlässigt werden

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5289.5 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.5 \text{ kNm}$$

$$N > 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 1323.26 \text{ kN} \text{ bzw. } N > 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 406.12 \text{ kN}$$

Abminderung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit zufolge N muss berücksichtigt werden

$$n = N/N_{pl,Rd} = 0.336, \quad a = (A - 2bt_f) / A = 0.24,$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1-n) / (1-0.5 \cdot a) = 529.52 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y/M_{y,N,Rd} = 289.01/529.52 = \mathbf{0.546 \leq 1.0} \quad \text{Stab erfüllt den Querschnittsnachweis!}$$

Nachweise Stabilität

Allgemeine Stabilitätsdaten

Stablänge	l	=	5.00 m		
Knicklängen	l_{kz}	=	5.00 m		
Abminderungsbeiwerte	α_z	=	0.49		
Schlankheitsgrade	i_z	=	7.58 cm		
	λ_z	=	0.76	χ_z	= 0.62

Biegeknicken Z-Achse

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -1778.40 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3294.52 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,z,Rd} = 1778.40/3294.52 = 0.540 \leq 1.0 \text{ Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!}$$

Bemessung Gurt-Nachbar

Stab 1 / HE-B 300 / Eurocode 3 / Nutzlast 1 / Stablänge 5.00 m

Nachweise Querschnitt

Druckbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -269.75 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{c,Rd} = 269.75/5293.05 = 0.051 \leq 1.0$$

Biegebeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = 338.48 \text{ kNm}$$

Bemessungswert:

$$M_{y,c,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y/M_{y,c,Rd} = 338.48/663.50 = 0.510 \leq 1.0$$

Querkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$Q = -409.70 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$A_v = 47.45 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = V_{p1,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } V/V_{c,Rd} = 409.70/972.53 = 0.421 \leq 1.0$$

Biege- und Normalkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = -338.48 \text{ kNm} \quad Q = -409.70 \text{ kN} \quad N = -269.75 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$Q_z \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$$

Abminderung der Streckgrenze kann vernachlässigt werden

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$N \leq 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 1323.26 \text{ kN} \text{ und } N \leq 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 406.12 \text{ kN}$$

Abminderung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit zufolge N kann vernachlässigt werden

$$M_{y,N,Rd} = M_{pl,y,Rd} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y / M_{y,N,Rd} = 338.48 / 663.50 = 0.510 \leq 1.0 \quad \text{Stab erfüllt den Querschnittsnachweis!}$$

Nachweise Stabilität

Allgemeine Stabilitätsdaten

Stablänge	l	=	5.00 m
Knicklängen	l_{kz}	=	5.00 m
Abminderungsbeiwerte	α_z	=	0.49
Schlankheitsgrade	i_z	=	7.58 cm
	λ_z	=	0.86
	χ_z	=	0.62

Biegeknicken Z-Achse

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = 275.01 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 0.70 \text{ kN} \quad N = -269.75 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3294.52 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N / N_{b,z,Rd} = 269.75 / 3294.52 = 0.082 \leq 1.0$$

Stab 3 / HE-B 300 / Eurocode 3 / Nutzlast 1 / Stablänge 6.00 m
Nachweise Querschnitt
Druckbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -1705.19 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{c,Rd} = 1705.19/5293.05 = \mathbf{0.322} \leq \mathbf{1.0}$$

Querkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$Q = -410.40 \text{ kN}$$

Bemessungswert:

$$A_v = 47.45 \text{ cm}^2$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } V/V_{c,Rd} = 410.40/972.53 = \mathbf{0.422} \leq \mathbf{1.0}$$

Biege- und Normalkraftbeanspruchung

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = -356.06 \text{ kNm} \quad Q = -410.40 \text{ kN} \quad N = -1705.19 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0} = 972.53 \text{ kN}$$

$$Q_z \leq 0.5 \cdot V_{pl,Rd}$$

Abminderung der Streckgrenze kann vernachlässigt werden

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0} = 5293.05 \text{ kN}$$

$$M_{pl,y,Rd} = W_{y,pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 663.50 \text{ kNm}$$

$$N > 0.25 \cdot N_{pl,Rd} = 1323.26 \text{ kN} \text{ bzw. } N > 0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y / \gamma_{M0} = 406.12 \text{ kN}$$

Abminderung des Bemessungswertes der Momententragfähigkeit zufolge N muss berücksichtigt werden

$$n = N/N_{pl,Rd} = 0.322, \quad a = (A - 2bt_f) / A = 0.24,$$

$$M_{y,N,Rd} = M_{pl,y,Rd} \cdot (1 - n) / (1 - 0.5 \cdot a) = 511.20 \text{ kNm}$$

$$\text{Nachweis: } M_y/M_{y,N,Rd} = 356.06/511.20 = \mathbf{0.697} \leq \mathbf{1.0} \quad \text{Stab erfüllt den Querschnittsnachweis!}$$

Nachweise Stabilität**Allgemeine Stabilitätsdaten**

Stablänge	l	=	6.00 m		
Knicklängen	l_{kz}	=	6.00 m		
Abminderungsbeiwerte	α_z	=	0.49		
Schlankheitsgrade	i_z	=	7.58 cm		
	λ_z	=	1.04	χ_z	= 0.52

Biegeknicken Z-Achse

Bemessungsschnittgrößen:

$$N = -1705.19 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2748.36 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N / N_{b,z,Rd} = 1705.19 / 2748.36 = 0.620 \leq 1.0 \text{ Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!}$$

3.6.2 STEIFEN

Aus der Gurtbemessung (Straßenland, siehe Bild 6) können die Bemessungskräfte für die Steifen abgeleitet werden:

Maximale Auflagerkraft für Ecksteifen: $775,52 \text{ kN} / \cos(45) = 1096,75 \approx 1100 \text{ kN}$

Maximale Auflagerkraft für Quersteifen: $688,82 \text{ kN} \approx 690 \text{ kN}$

Die Steifenlängen ergeben sich wie folgt:

Ecksteifen, „kurz“ $L = \sqrt{(2 \cdot 5^2)} = 7,07 \text{ m}$

Ecksteifen, „lang“ $L = \sqrt{(2 \cdot 10^2)} = 14,14 \text{ m}$

Quersteifen $L = 26 \text{ m}$

Es wird nach EAB (EB 52) das Eigengeicht der Steifen angesetzt und eine Ausmitte e von ca. $1/6$ der Trägerhöhe angenommen. Diese bewirkt für die Ecksteifen ein zusätzliches Moment von

$$M_{E,E} = N_E \cdot e = 1100 \text{ kN} \cdot 1/6 \cdot 30 \text{ cm} \cdot 1/100 \text{ m/cm} = 55 \text{ kNm.}$$

Für die Quersteifen ergibt sich ein Moment von

$$M_{E,Q} = N_Q \cdot e = 690 \text{ kN} \cdot 1/6 \cdot 30 \text{ cm} \cdot 1/100 \text{ m/cm} = 34,5 \text{ kNm.}$$

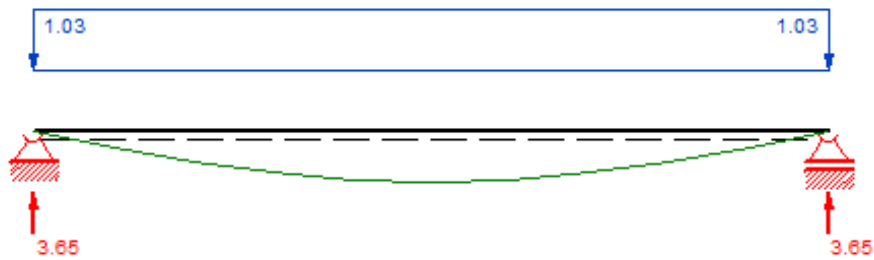
Es werden die Stabilitätsnachweise nach Eurocode 3, EN 1993-1-1, 2005-11-01 + AC:2006 geführt.

Die Profile werden wie folgt gewählt:

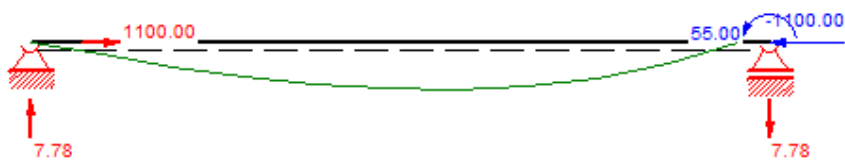
Ecksteifen, „kurz“ HE-B 280

Ecksteifen, „lang“ Rechteckprofil 450x250x12,5

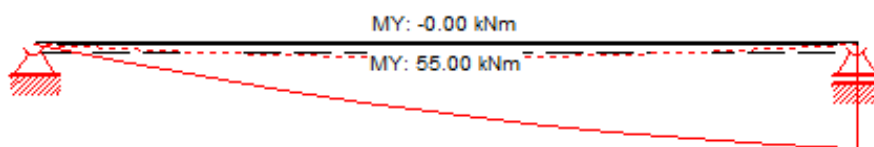
Quersteifen Rechteckprofil 500x300x16

„Kurze“ Ecksteifen


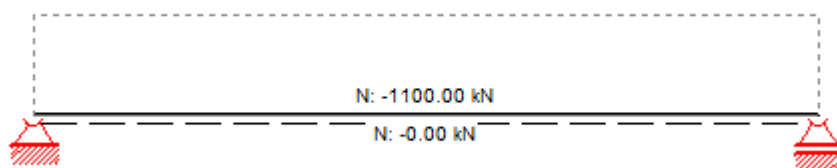
Einwirkung (Eigengewicht)



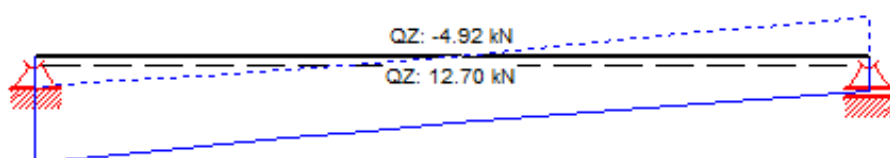
Einwirkung (Steifenkraft und Ausmitte)



Moment



Normalkraft



Querkraft

Stab 1 / HE-B 280 / Eurocode 3 / Ergebnis1 / Stablänge 7.07 m / BDK 0.727**Materialdaten**

Stahl:	S355		
Teilsicherheitsbeiwert:	γ_{M0}	=	1.00
	γ_{M1}	=	1.00
	γ_{M2}	=	1.25
Streckgrenze:	$f_{y,k}$	=	35.5 kN/cm ²
Streckgrenzenbeiwert:	ϵ	=	0.81

Querschnittsdaten

Fläche:	A	=	131.40 cm ²
Trägheitsmomente:	I_y	=	19270.00 cm ⁴
	I_z	=	6595.00 cm ⁴
Widerstandsmomente:	W_y	=	1376.43 cm ³
	W_z	=	471.07 cm ³
	$W_{y,pl}$	=	1534.00 cm ³
	$W_{z,pl}$	=	717.60 cm ³

Querschnittsklasse 1

Nachweise Stabilität**Allgemeine Stabilitätsdaten**

Stablänge	l	=	7.07 m			
Knicklängen	l_{ky}	=	7.07 m	l_{kz}	=	7.07 m
				$l_{k\ BDK}$	=	7.07 m
Abminderungsbeiwerte	α_y	=	0.34	α_z	=	0.49
				α_{LT}	=	0.21
Schlankheitsgrade	λ_y	=	58.38	λ_z	=	99.80
	$\underline{\lambda}_y$	=	0.76	Φ_y	=	0.89
	$\underline{\lambda}_z$	=	1.31	Φ_z	=	1.62
	$\underline{\lambda}_T$	=	0.75	Φ_T	=	0.92
	$\underline{\lambda}_{LT}$	=	0.80	Φ_{LT}	=	0.89
				χ_y	=	0.75
				χ_z	=	0.39
				χ_T	=	0.69
				χ_{LT}	=	0.79

Biegeknicken Y-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 55.00 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 2.86 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,y,Rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3481.47 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,y,Rd} = 1100.00/3481.47 = \mathbf{0.316 \leq 1.0}$$

Biegeknicken Z-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 55.00 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 2.86 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1801.82 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,z,Rd} = 1100.00/1801.82 = \mathbf{0.610 \leq 1.0}$$

Drillknicken

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = 55.00 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 2.86 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,T,Rd} = \chi_T \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3233.62 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,T,Rd} = 1100.00/3233.62 = \mathbf{0.340 \leq 1.0}$$

Biegedrillknicken

Bemessungsschnittgrößen:

$$M_y = 55.00 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 2.86 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$M_{cr} = 755.35 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0.950 \quad C_{mz} = 0.600 \quad C_{mLT} = 0.950$$

$$k_{yy} = 1.12 \quad k_{yz} = 0.80$$

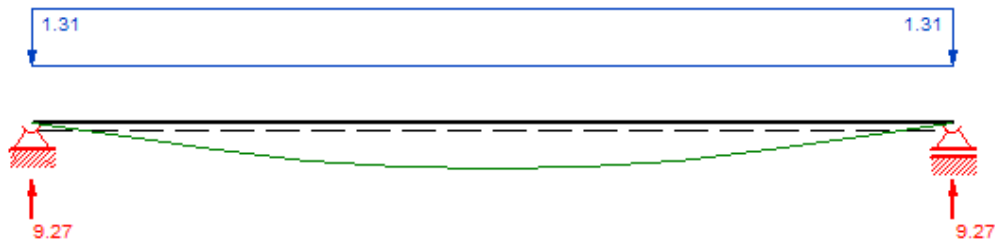
$$k_{zy} = 0.91 \quad k_{zz} = 1.34$$

Nachweis:

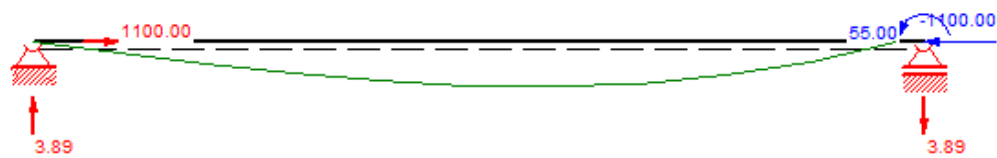
$$N / (\chi_y \cdot N_{pl,Rd}) + k_{yy} \cdot M_y / M_{pl,y,Rd} + k_{yz} \cdot M_z / M_{pl,z,Rd} = 0.32 + 0.14 + 0.00 = \mathbf{0.458 \leq 1.0}$$

$$N / (\chi_z \cdot N_{pl,Rd}) + k_{zy} \cdot M_y / M_{pl,y,Rd} + k_{zz} \cdot M_z / M_{pl,z,Rd} = 0.61 + 0.12 + 0.00 = \mathbf{0.727 \leq 1.0}$$

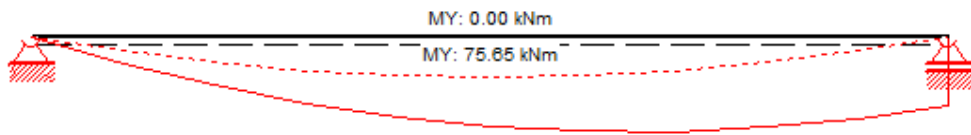
Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!

„Lange“ Ecksteifen


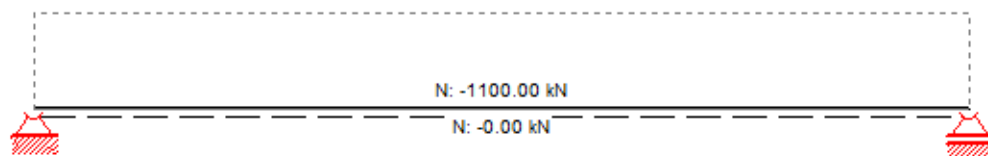
Einwirkung (Eigengewicht)



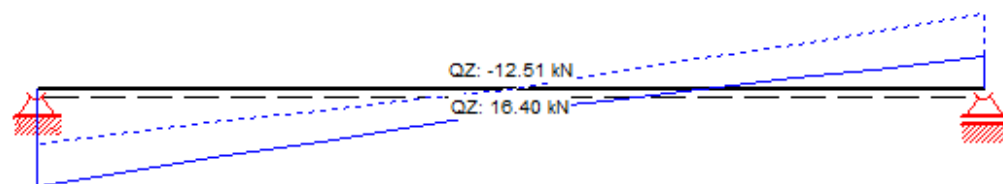
Einwirkung (Steifenkraft und Ausmitte)



Moment



Normalkraft



Querkraft

Stab 1 / FRR (warm) 450 x 250 x 12,5 / Eurocode 3 / Ergebnis1 / Stablänge 14.14 m / BDK 0.742**Materialdaten**

Stahl:	S355		
Teilsicherheitsbeiwert:	γ_{M0}	=	1.00
	γ_{M1}	=	1.00
	γ_{M2}	=	1.25
Streckgrenze:	$f_{y,k}$	=	35.5 kN/cm ²
Zugfestigkeit:	$f_{u,k}$	=	51.0 kN/cm ²
Streckgrenzenbeiwert:	ϵ	=	0.81

Querschnittsdaten

Fläche:	A	=	167.00 cm ²
Trägheitsmomente:	I_y	=	45026.00 cm ⁴
	I_z	=	17973.00 cm ⁴
Widerstandsmomente:	W_y	=	2001.16 cm ³
	W_z	=	1437.84 cm ³
	$W_{y,pl}$	=	2458.00 cm ³
	$W_{z,pl}$	=	1631.00 cm ³

Querschnittsklasse 1

Nachweise Stabilität**Allgemeine Stabilitätsdaten**

Stablänge	l	=	14.14 m			
Knicklängen	l_{ky}	=	14.14 m	l_{kz}	=	14.14 m
				$l_{k\ BDK}$	=	14.14 m
Abminderungsbeiwerte	α_y	=	0.21	α_z	=	0.21
				α_{LT}	=	0.76
Schlankheitsgrade	λ_y	=	86.11	λ_z	=	136.30
	$\underline{\lambda}_y$	=	1.13	Φ_y	=	1.23
	$\underline{\lambda}_z$	=	1.78	Φ_z	=	2.26
	$\underline{\lambda}_T$	=	0.08	Φ_T	=	0.00
	$\underline{\lambda}_{LT}$	=	0.28	Φ_{LT}	=	0.57
				χ_y	=	0.58
				χ_z	=	0.27
				χ_T	=	1.00
				χ_{LT}	=	0.94

Biegeknicken Y-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 75.65 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = -1.12 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,y,Rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 3424.68 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,y,Rd} = 1100.00/3424.68 = \mathbf{0.321 \leq 1.0}$$

Biegeknicken Z-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 75.65 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = -1.12 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1628.45 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,z,Rd} = 1100.00/1628.45 = \mathbf{0.675 \leq 1.0}$$

Drillknicken*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 75.65 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = -1.12 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,T,Rd} = \chi_T \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 5928.50 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,T,Rd} = 1100.00/5928.50 = \mathbf{0.186 \leq 1.0}$$

Biegedrillknicken*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 75.65 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = -1.12 \text{ kN} \quad N = -1100.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$M_{cr} = 8857.32 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0.950 \quad C_{mz} = 0.600 \quad C_{mLT} = 0.950$$

$$k_{yy} = 1.19 \quad k_{yz} = 0.55$$

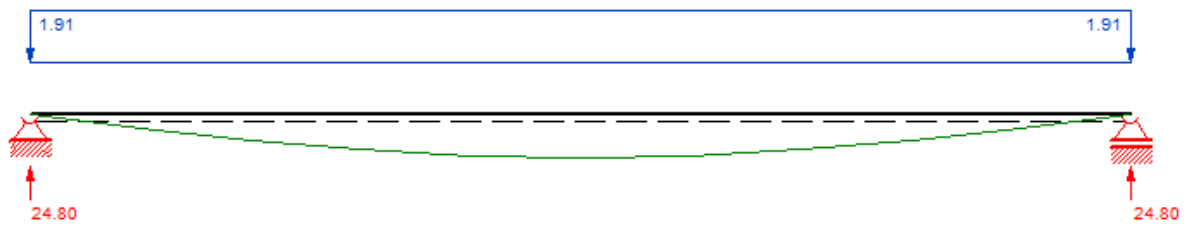
$$k_{zy} = 0.72 \quad k_{zz} = 0.92$$

Nachweis:

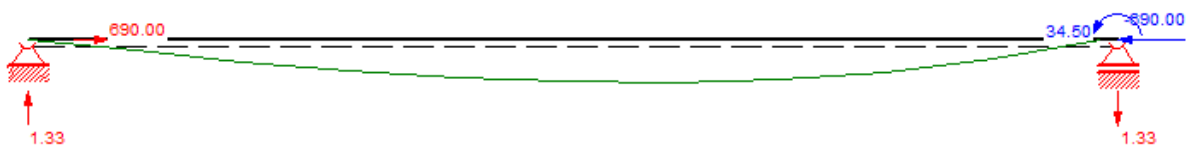
$$N/(\chi_y \cdot N_{pl,Rd}) + k_{yy} \cdot M_y/M_{pl,y,Rd} + k_{yz} \cdot M_z/M_{pl,z,Rd} = 0.32 + 0.11 + 0.00 = \mathbf{0.432 \leq 1.0}$$

$$N/(\chi_z \cdot N_{pl,Rd}) + k_{zy} \cdot M_y/M_{pl,y,Rd} + k_{zz} \cdot M_z/M_{pl,z,Rd} = 0.68 + 0.07 + 0.00 = \mathbf{0.742 \leq 1.0}$$

Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!

Quersteifen

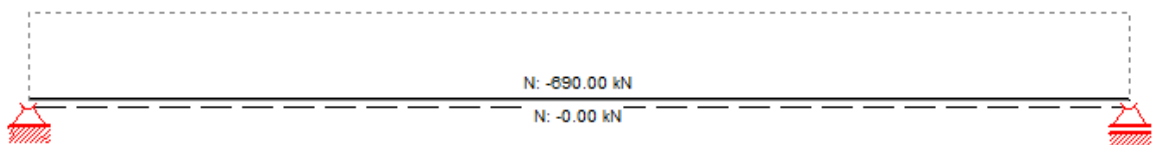
Einwirkung (Eigengewicht)



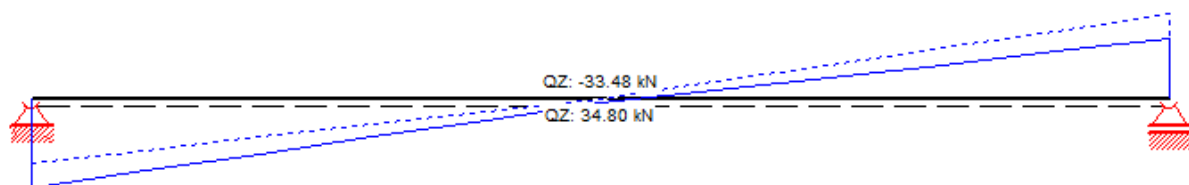
Einwirkung (Steifenkraft und Ausmitte)



Moment



Normalkraft



Querkraft

Ergebnis: RuckZuck

Stab 1 / FRR (warm) 500 x 300 x 16 / Eurocode 3 / Ergebnis1 / Stablänge 26.00 m / BDK 0.793**Materialdaten**

Stahl:	S355		
Teilsicherheitsbeiwert:	γ_{M0}	=	1.00
	γ_{M1}	=	1.00
	γ_{M2}	=	1.25
Streckgrenze:	$f_{y,k}$	=	35.5 kN/cm ²
Zugfestigkeit:	$f_{u,k}$	=	51.0 kN/cm ²
Streckgrenzenbeiwert:	ϵ	=	0.81

Querschnittsdaten

Fläche:	A	=	243.00 cm ²
Trägheitsmomente:	I_y	=	81783.00 cm ⁴
	I_z	=	36768.00 cm ⁴
Widerstandsmomente:	W_y	=	3271.32 cm ³
	W_z	=	2451.20 cm ³
	$W_{y,pl}$	=	4005.00 cm ³
	$W_{z,pl}$	=	2804.00 cm ³

Querschnittsklasse 1

Nachweise Stabilität**Allgemeine Stabilitätsdaten**

Stablänge	l	=	26.00 m			
Knicklängen	l_{ky}	=	26.00 m	l_{kz}	=	26.00 m
				$l_{k\ BDK}$	=	26.00 m
Abminderungsbeiwerte	α_y	=	0.21	α_z	=	0.21
				α_{LT}	=	0.76
Schlankheitsgrade	λ_y	=	141.72	λ_z	=	211.37
	$\underline{\lambda}_y$	=	1.85	Φ_y	=	2.39
	$\underline{\lambda}_z$	=	2.77	Φ_z	=	4.60
	$\underline{\lambda}_T$	=	0.08	Φ_T	=	0.00
	$\underline{\lambda}_{LT}$	=	0.35	Φ_{LT}	=	0.62
				χ_y	=	0.26
				χ_z	=	0.12
				χ_T	=	1.00
				χ_{LT}	=	0.89

Biegeknicken Y-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 234.85 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 1.33 \text{ kN} \quad N = -690.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,y,Rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 2207.76 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,y,Rd} = 690.00/2207.76 = \mathbf{0.313} \leq \mathbf{1.0}$$

Biegeknicken Z-Achse*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 234.85 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 1.33 \text{ kN} \quad N = -690.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 1043.69 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,z,Rd} = 690.00/1043.69 = \mathbf{0.661} \leq \mathbf{1.0}$$

Drillknicken*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 234.85 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 1.33 \text{ kN} \quad N = -690.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$N_{b,T,Rd} = \chi_T \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} = 8626.50 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } N/N_{b,T,Rd} = 690.00/8626.50 = \mathbf{0.080 \leq 1.0}$$

Biegedrillknicken*Bemessungsschnittgrößen:*

$$M_y = 234.85 \text{ kNm} \quad M_z = 0.00 \text{ kNm} \quad Q = 1.33 \text{ kN} \quad N = -690.00 \text{ kN}$$

Bemessungswerte:

$$M_{cr} = 9677.00 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 0.950 \quad C_{mz} = 0.600 \quad C_{mLT} = 0.950$$

$$k_{yy} = 1.19 \quad k_{yz} = 0.55$$

$$k_{zy} = 0.71 \quad k_{zz} = 0.92$$

Nachweis:

$$N/(\chi_y \cdot N_{pl,Rd}) + k_{yy} \cdot M_y/M_{pl,y,Rd} + k_{yz} \cdot M_z/M_{pl,z,Rd} = 0.31 + 0.22 + 0.00 = \mathbf{0.533 \leq 1.0}$$

$$N/(\chi_z \cdot N_{pl,Rd}) + k_{zy} \cdot M_y/M_{pl,y,Rd} + k_{zz} \cdot M_z/M_{pl,z,Rd} = 0.66 + 0.13 + 0.00 = \mathbf{0.793 \leq 1.0}$$

Stab erfüllt den Stabilitätsnachweis!