shl ingenieure GmbH | Hannover
Beratende Ingenieure für das Bauwesen

S T A T I S C H E B E R E C H N U N G

Auftragsnr. 2022 / 2273

Bauvorhaben:	Erweiterung Stadtbahnbetriebshof ÜSTRA Döhren Thurnithistraße 30519 Hannover **Hier: Baugrubenverbau für die Hallenverbreiterung (UFD)**
Auftraggeberin:	ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG Ira-Wolkowa-Weg 1 30167 Hannover
Planer:	Adam Natkaniec Architekt, Dipl.-Ing. Barmbeker Straße 9 22303 Hamburg
Aufstellerin:	shl ingenieure GmbH Lange Laube 19 30159 Hannover Tel. 0511-12 35 66 60 Fax 0511-12 35 66 80

Diese Berechnung umfasst 67 Seiten inkl. Positionsübersicht.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen 3
Pos. 1 Spundwand 11
Pos. 2 umlaufende Gurtung 60
Pos. 3 Verpressanker 65
Schlussseite 67

Vorbemerkungen

Die nachfolgende statische Berechnung beinhaltet den Standsicherheitsnachweis der geplanten Baugruben mit rückverankerten Spundwandprofilen im Zuge des Neubaus der Hallenerw. (UFD).

Entlang der Längsseite der Grube werden die Lasten für einen 90t-Kran **(lichter Abstand zwischen der Aufstandsfläche des Kranfußes und der Baugrube min. 60 cm)** sowie die Baustellenstraße (**lichter Abstand zwischen Bereifung der Fahrzeuge und der Baugrube min. 60 cm)** Aufstandsfläche berücksichtigt. Als Referenzkran wurde ein LTM 1090-4.1 mit einer maximalen Stützenlast von 540 kN berücksichtigt. Sofern ein abweichender Kran zu Einsatz kommt ist dieser erneut statisch zu bewerten.

Im Rahmen der Bemessung wird kein Verdichtungserddruck angesetzt. Sofern der Baugrund unterhalb des Kranplatzes zusätzlich verdichtet werden muss, sind die Verdichtungsmaßnahmen vor dem Einbringen der Spundwände und vor dem Bodenaushub auszuführen.
Für die nachgiebig einfach verankerte Spundwand wird der aktive Erddruck ohne Ansatz einer Umlagerung angesetzt (EAB42).
Es sind gem. EAB55/56 Baustellenfahrzeuge in einem lichten Abstand von min. 60 cm zwischen dem Verbau und der Radaufstandsfläche mit folgenden Spezifikationen zugelassen:

a) **Einzelachslasten von 11 to**
b) **Doppelachslasten von 2x8 = 16 to (Achsabstand 1,0 m)**
c) **Dreifachachslasten von 3x7 = 21 to (Achsabstand 1,0 m)**

Zusätzlich ist sicherzustellen, dass die Fahrbahndecke einschließlich zugehöriger Tragschichten aus bituminösen Schichten, Beton, in festem Verband liegendem Steinpflaster d = 15 cm oder allg. für den Baustellenbetrieb geeignetem Untergrund besteht.
An der Grubenlängsseite (Südseite) wird ein 90-to-Kranbetrieb (Gesamtgewicht 90 to) gem. EAB57 berücksichtigt. Der lichte Abstand zwischen der Aufstandsfläche und dem Verbau von min. 60 cm darf nicht unterschritten werden. Die Abstützvorrichtungen (Pratzen) müssen eine Aufstandsfläche von min. 0,25 m² (min. 50x50 cm) aufweisen.

Werden die Planungsunterlagen durch einen Prüfingenieur geprüft, darf die Materialbestellung und die Bauausführung erst erfolgen, wenn eine Freigabe des Prüfingenieurs vorliegt.
Anstelle aller herstellerbezogen angegebenen Materialien können auch gleichwertige Materialien anderer Hersteller verwendet werden.
Die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Bauteile ist im Zuge der Bauausführung vom Bauleiter verantwortlich zu prüfen.

Berechnungsgrundlagen

Entwurfszeichnung des Objektplaners vom 12.05.2026 (Ana)

Vorschriften

Allgemeine technische Baubestimmungen, insbesondere:

DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1995 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
DIN EN 1996 Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
DIN EN 1997 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
Die Eurocodes gelten nur in Verbindung mit den zugehörigen nationalen Anhängen (NA).

Weiterhin ist bei der Ausführung die Vergabe- und Vertragsordnung (VOB) für Bauleistungen zu beachten.

Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), Ernst und Sohn, 6. Auflage

Baustoffe

Baustahl: S 270 GP (Spundwand)
S 235 (Gurtung)

Baugrund

Zu dem Bauvorhaben liegt eine Baugrundbeurteilung (Dekra) vor. Der Bodenaufbau kann den nachfolgenden Tab. entnommen werden.

	Beschreibung				Bodenkennwerte für statische Nachweise						
Schicht	Bodenart	UK [m] unter Gelände	Bodengruppe	Konsistenz/ Lag.-Dichte	Wichte [kN/m³]		Reibungsw. [°]	Kohäsion [kN/m²]		Steifemodul [MN/m²] 1)	Durchlässigk. [m/s]
Nr.	Untergrund		DIN 18 196		γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$c_{u,k}$	$E_{S,k}$	k_{fk}
1A	Verkehrsfläche	0,20									
1B	Oberboden	0,30-0,40									
2	[Sand/Kies/Schotter]	1,90-2,30	SU/GU	mdicht	20	10	30,0			80	>1 E-04
3A	Sand, mitteldicht	5,0	SE	mdicht	18	8	32,5			60	>1 E-05
3B	Kiessand, mitteldicht	8,0	SW	mdicht	18	8	35,0			80	>1 E-04
4	Ton	>8,0	TM	st.-hfest	20	10	22,5	10	60	10	<1E-11

Tabelle 1: Bodenaufbau gem. Bodengutachten

Der Verpressanker befinde sich in der mittel dicht gelagerten Sand-Schicht. Es wird eine Mantelreibung von q_{sk} = 200 kN/m² ($F/\gamma/A_{mantel}$=450/1,1/π*0,15*4 = 217 kN/m² > 200 kN/m²) angesetzt.

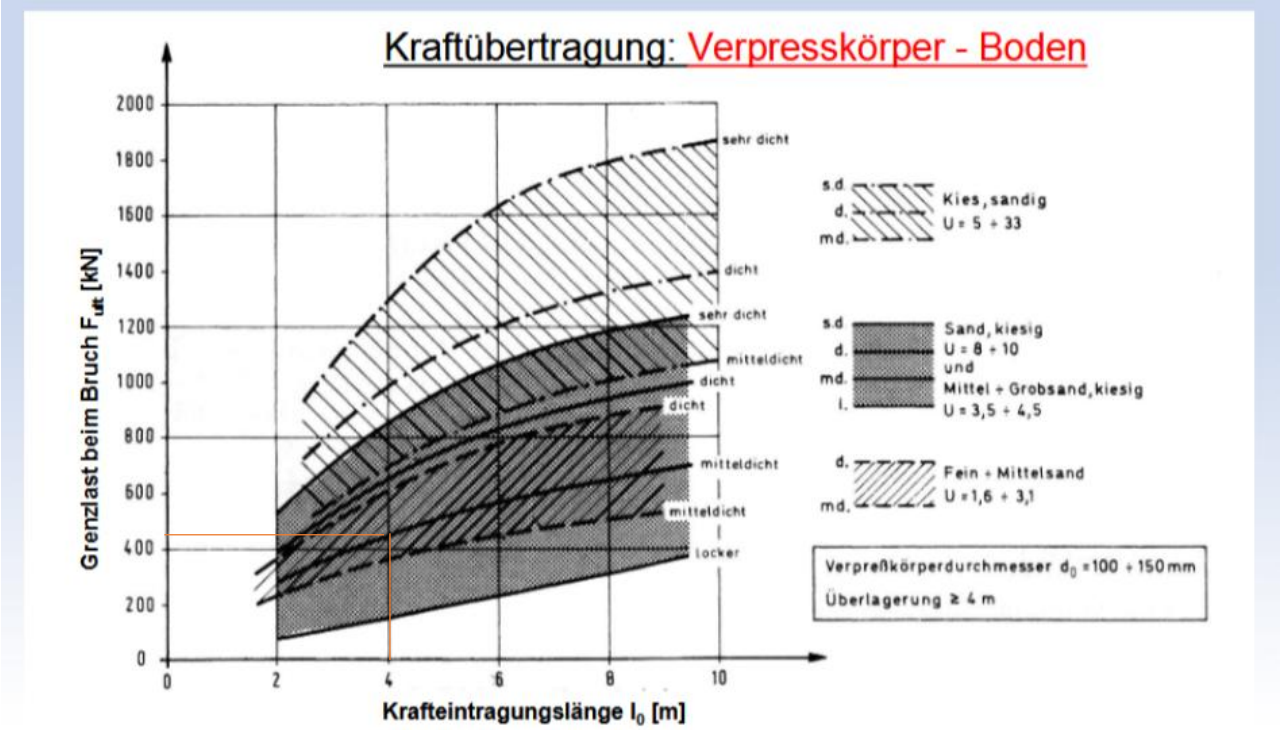


Bild 10. Grenzlast von Ankern in nichtbindigen Böden [Quelle: Grundbautaschenbuch, 6. Auflage]

Der Bemessungswasserstand ist mit 56, 50 m üNN vorgegeben. In der Grube ist eine Wasserhaltung vorgesehen (ca. 0,5 m unter rechn. Grubensohle). **Zur Vermeidung von Materialausspülungen (Feinanteilen) durch den anstehenden Baugrund oder über die Spundwandschlösser infolge der geplanten Wasserhaltung ist das konkrete Entwässerungs- und Filterkonzept sowie die Notwendigkeit von Schlossdichtungen im Vorfeld der Ausführung zwingend mit dem Baugrundgutachter abzustimmen.**

Der Verbau wird für eine max. Verformung von ≤ 25 mm ausgelegt. Es ist zu beachten, dass die rechnerische Verformung eine Abschätzung der sich tatsächlich einstellenden Verformung darstellt und gewissen Schwankungen unterliegt. Die gewählte Verformungsbegrenzung ist seitens des Auftraggebenden mit dem Straßenbahnbetrieb abzustimmen.

Die Anker sind lediglich kraftschlüssig anzulegen. Eine planmäßige Vorspannung der Anker ist nicht vorgesehen. Der Erddruckansatz erfolgt entsprechend dem Berechnungsmodell für eine nachgiebig gestützte Spundwand als aktiver Erddruck.

Stahlbau:

Die Stahlgüte ist unter Beachtung der DIN EN 1993-1-10 zu wählen. Die Stahlkonstruktion wird gem. DIN EN 1090-2 ausgeführt.
Bei Stahlteilen, die auf Zug in Dickenrichtung beansprucht werden, ist die DIN EN 1993-1-10 zu beachten.
Alle Stahlbauteile sind mit einem geeigneten Korrosions- und Brandschutz zu versehen. Bei Beschädigungen und Baustellenschweißungen ist der Korrosions- und Brandschutz nachträglich

sachgemäß wiederherzustellen.
Schweißarbeiten müssen nach DIN EN 1090-2 mit qualifizierten Verfahren und von dafür zugelassenem Fachpersonal ausgeführt werden.

Hinweise

Alle Maße sowie die getroffenen Annahmen bezüglich Belastung und statischer Systeme sind im Zuge der Bauausführung verantwortlich zu prüfen. Bei Abweichungen ist der Aufsteller der Statik zu informieren. Bei Abweichungen bzgl. des Baugrundes ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen.

Bei den angegebenen Maßen handelt es sich nicht um Ausführungsmaße, sondern um statische Systemmaße.

Die statische Berechnung berücksichtigt den folgenden Bauablauf – eine ausreichende Tragsicherheit ist nachgewiesen:
1. Ausführung der Spundwand in die finale Einbringtiefe gem. Statik
2. Aushub bis zur Höhe der Rückverankerung
3. Ausführung der Rückverankerung gem. Statik
4. Aushub bis auf die maximale Aushubtiefe gem. Statik
5. Baustellenbetrieb gem. Statik
6. Rückbau des Verbaus (Verfüllung zwischen Verbau und Tragwerk bis Höhe der Rückverankerung; Rückbau der Verankerung; Verfüllung bis OK Gelände; Rückbau der Spundwand)

Für die Güte der verwendeten Materialien und die Standsicherheit der mögl. Bauzustände ist der ausführende Unternehmer verantwortlich.

Die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ in der aktuellen Fassung sind zu beachten.

Positionsübersicht:

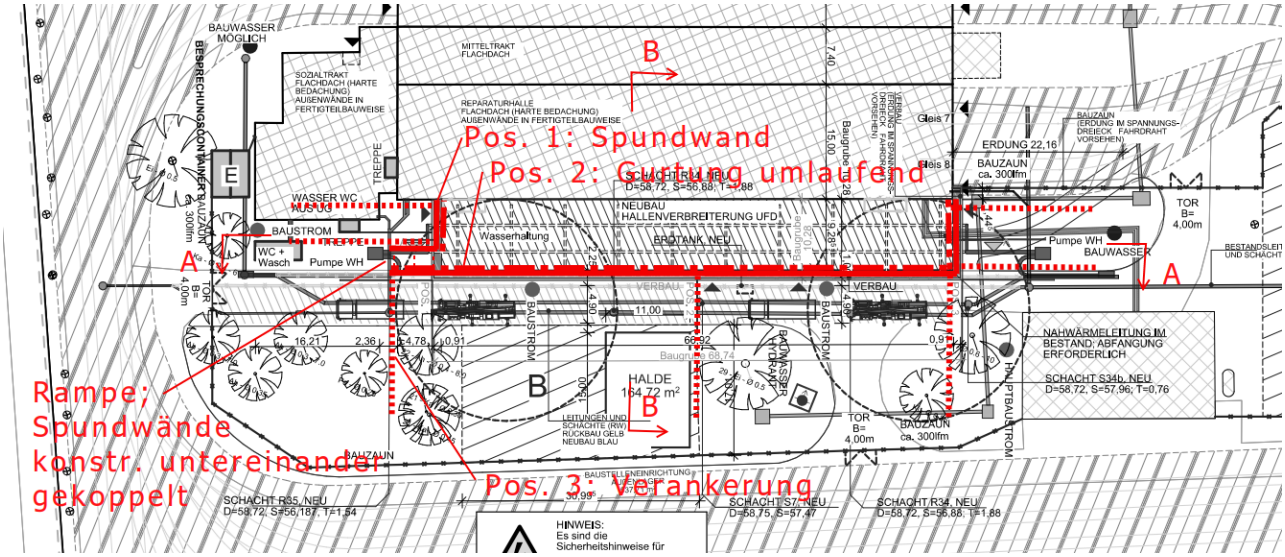


Abbildung 1: Positionsübersicht im Grundriss

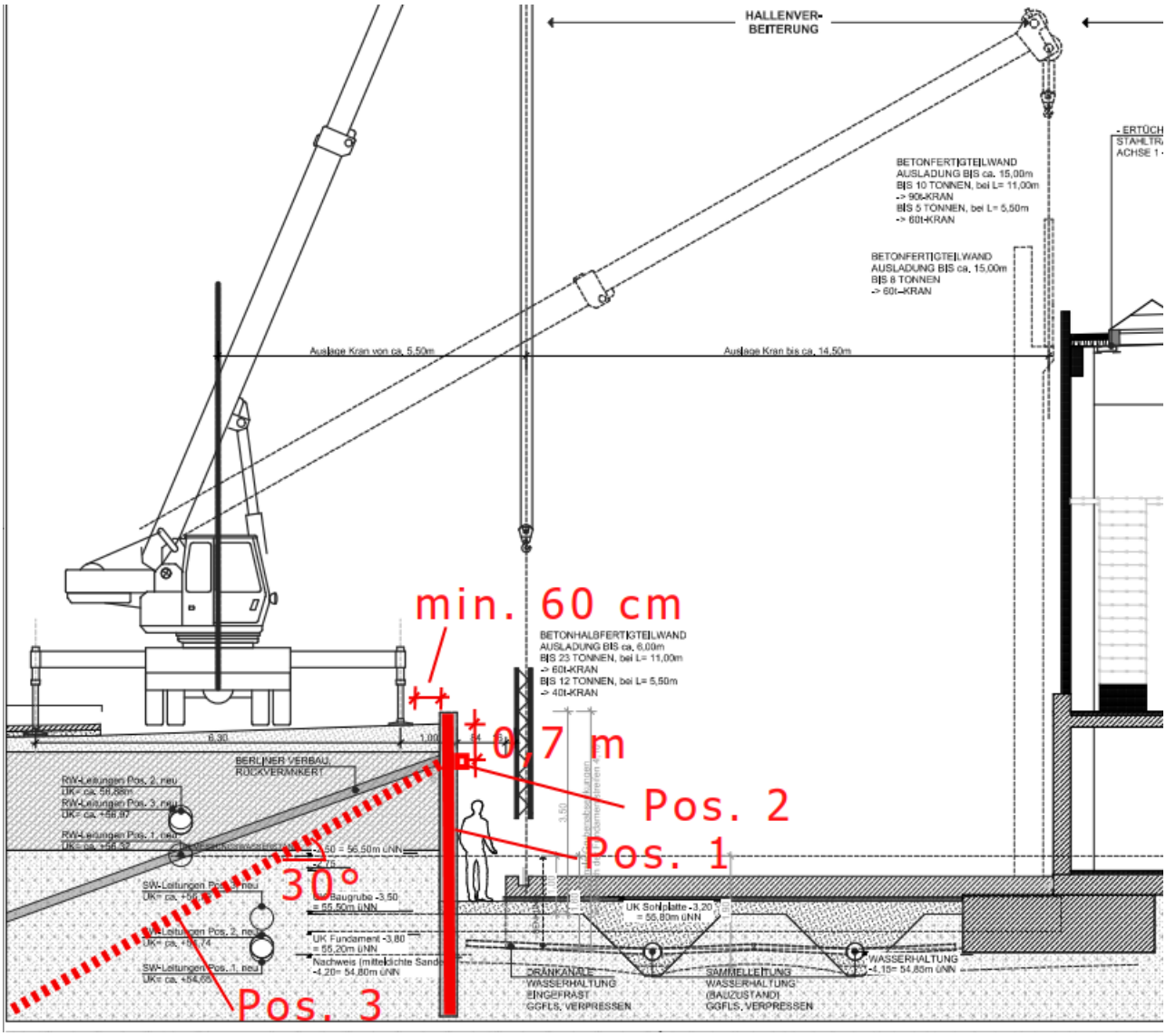


Abbildung 2: Positionsübersicht Schnitt B-B

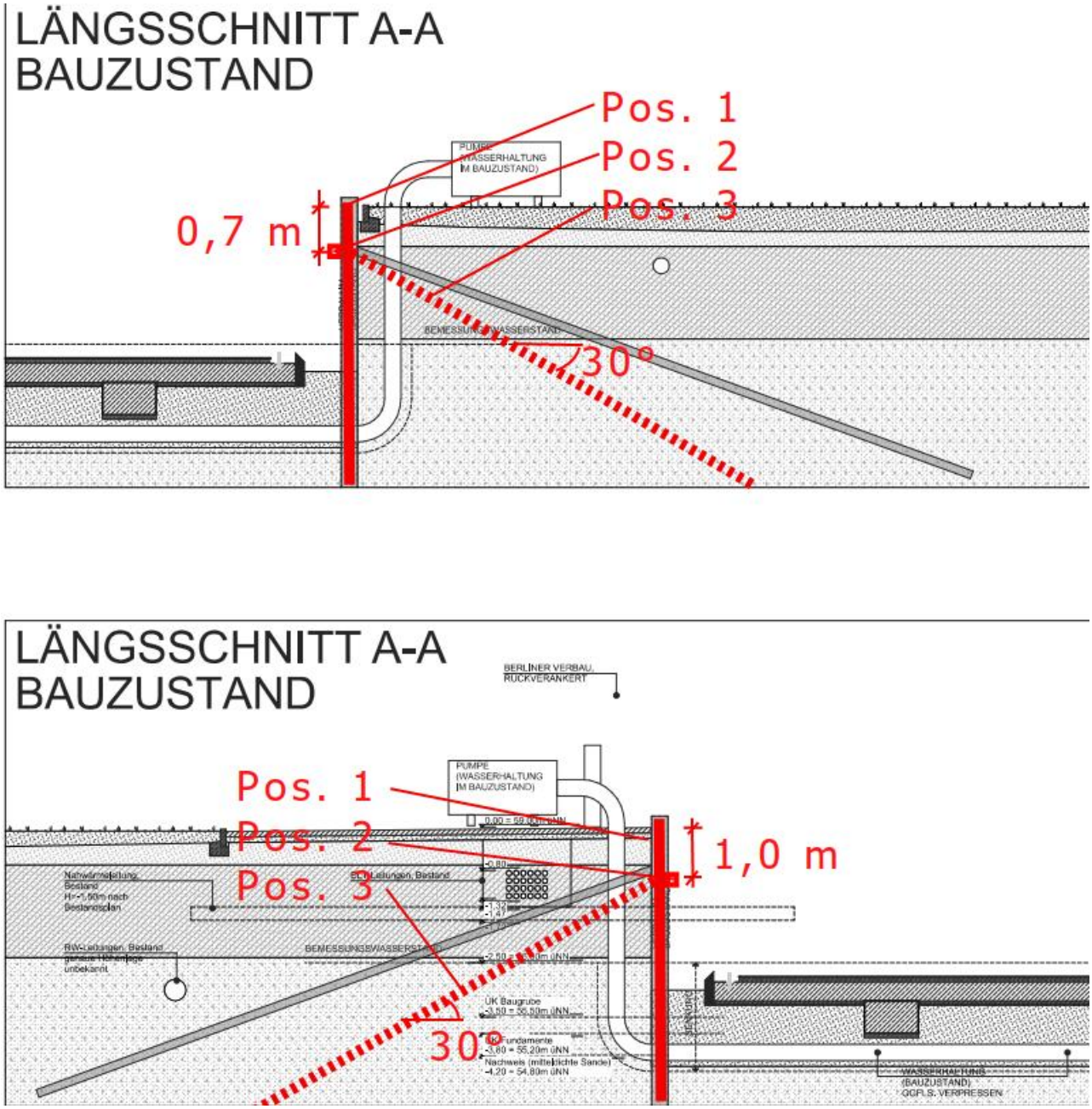


Abbildung 3: Positionsübersicht Schnitt A-A

Referenzkran

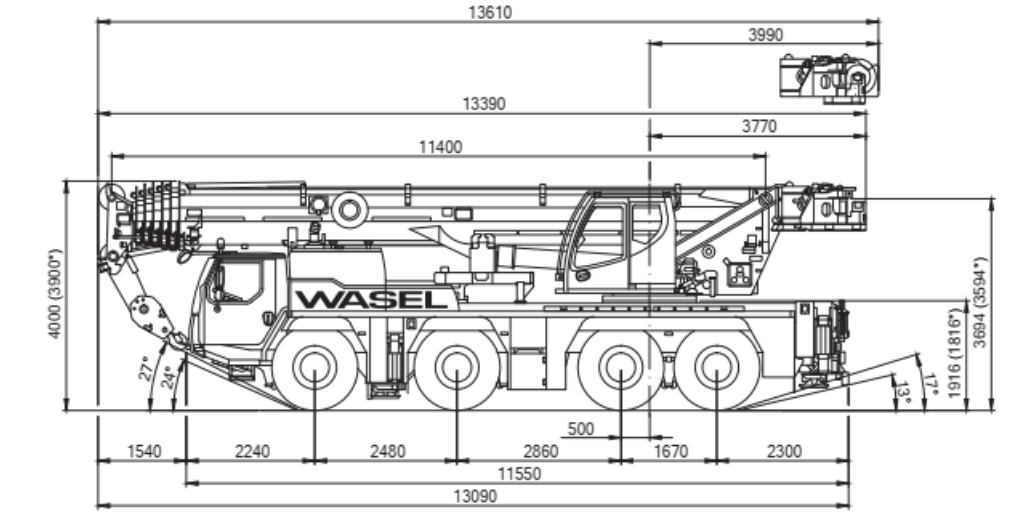
WASEL
Schwerlastlogistik • Turmdrehkrane

Mobilkran 90t

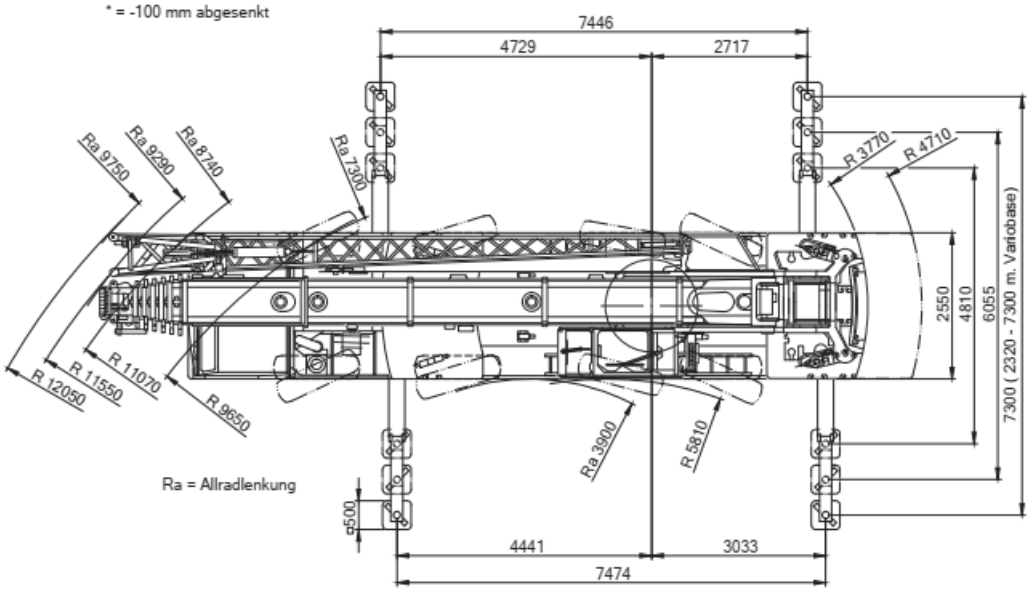
MOBILKRANE







* = -100 mm abgesenkt



1

Bei Einsatz eines abweichenden Kranes ist die Baugrube erneut statisch zu betrachten.

90t Mobilkran

WASEL
Schwerlastlogistik • Turmdrehkrane

Technische Werte

Haupt- und Spitzenauslegerlänge:		76,00 m
Max. Hauptauslegerlänge:		60,00 m
Max. Spitzenauslegerlänge (starr):		16,00 m
Hauptauslegersystem (Breite x Höhe):		0,84 m x 0,96 m
Spitzenauslegersystem (Breite x Höhe der Eckrohre):		0,66 m x 1,05 m
Auslegerfußpunkt über Boden:		3,69 m
Auslegerfußpunkt von Drehkranzmitte:		2,03 m
Gewichte der Hakenflaschen		
bei Tragfähigkeit von	59,2 t	530 kg
	42,3 t	440 kg
	18,7 t	325 kg
	6,3 t	140 kg
Tot-Weg der Hakenflasche		
am Hauptausleger:		ca. 2,00 m
am Spitzenausleger:		ca. 2,00 m
Max. zulässiger Seilzug Haupthub:		63 kN
Max. Gegengewicht:		22,50 t
Max. Stützlast (Ausleger über Eck):		54 t
Max. Achslast bei Straßenfahrt:		10 t

2

Bei Einsatz eines abweichenden Kranes ist die Baugrube erneut statisch zu betrachten.

Pos. 1 Spundwand

System:

s. EDV-Ausgabe; Aushub max. 3,60 m

Belastung:

aus ständigen Lasten

a. Eigengewicht / aktiver Erddruck gem. EAB42 (1,00*e_o) programmintern

Es wird der aktive Erddruck ohne Umlagerung für die nachgiebig verankerte Spundwand angesetzt.

aus veränderlichen Lasten

a.	Aus 90 to- Kranbetrieb, Abst. 60 cm; EAB57 (l ≤ 3,5 m)	$q_k \leq$	80,00 kN/m²
b.	Aus Baustellenstraße, Abst. 60 cm; EAB55/56 (l ≤ 1,5 m)	$q_k \leq$	20,00 kN/m²
c.	Aus Kranbetrieb/Baustraße EAB55-57, (l > 3,5 m)	$q_k \leq$	10,00 kN/m²
d.	Alternative Betrachtung: Pratzenlast 540 kN auf 50x50 cm Im Abstand von 60 cm zur Baugrube	$q_k \leq$	2160,00 kN/m²

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe;

gewählt:

Spundwandprofil	Larssen 603 S270GP alternativ statisch gleichwertiges Spundwandprofil Aushubtiefe ≤ 3,60 m; Einbindetiefe ≥ 3,00 m

Umlaufende Gurtung gem. Pos. 2 im Abstand von 0,70 m zum Spundwandkopf/erds. Baugrund (Grubenseiten Süd und West) bzw. 1,00 m zum Spundwandkopf/erds. Baugrund (Grubenseite Ost), vgl. Positionsübersicht

Die Schlösser der Spundwand werden jeweils auf Höhe der Verankerung untereinander verschweißt: l_w = 10 cm; a_w = 5 mm, um die Vertikalkomponente zwischen den Spundwandbohlen zu übertragen.

Die Gurtung an der Spundwand mit aufgeschweißten Knaggen lagegesichert, vgl. Pos. 2

Über die Gurtung wird die Spundwand rückverankert, vgl. Pos. 3

Vgl. Hinweise der Vorbemerkungen (insb. bzgl. Wasserhaltung, Lastansätze u. Verformung).

Nachweis Schweißnaht:

Fwed = 108,5*tan(30)/2		Fw_{Ed} =	31,3 kN
Fwrd = 10,39*10		Fw_{rd} =	103 kN/cm
eta = Ed/Rd		eta =	0,30 < 1,00

Pos. 1 Spundwand (maßgebndes System; Grubenseite Süd)
MIT KRAN90T MIT ANKER

Alle Angaben beziehen sich auf einen Meter laufende Wand

1. Eingabedaten für Spundwand DIN EN 1997-1 und DIN EN 1993-1

Erdwiderstand nach Sokolovsky/Pregl bei $\varphi \geq 30°$
Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00
Bemessung mit überlagertem mobilisiertem Erdwiderstand
Mindesterddruckbeiwert vorgeben mit $k_{gh\ min} = 0.00$
Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3\ \varphi$, Passivseite $\delta = -2/3\ \varphi$
Theoretischer Fußpunkt bei: $z_0 = 5.88$ m, theoretische Einbindetiefe $t_1 = 2.28$
Rammtiefenzuschlag = 0.300 $t_1 = 0.68$ m

1.1. Statische Werte für Spundwand: Larssen 603 (pro lfd. m), S 270 GP

A	I_y	W_y	$A_{Querkraft}$	Höhe	G
cm^2/m	cm^4/m	cm^3/m	cm^2/m	mm	KG/m^2
138.30	18600.00	1200.00	39.72	310.0	108.00

1.2. Bodenparameter

Nr	Name	h	z	φ	γ	γ'	C	δ_a	δ_p	K_{ah}	K_{ph}	K_{ch}
		m	m	°	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	°	°	-	-	-
1	Oberbau	0.40	0.40	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
2	Sans/Kies	1.90	2.30	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
3	Sand	5.70	8.00	32.50	18.00	8.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
4	Ton	∞	∞	22.50	20.00	10.00	10.00	auto	auto	auto	auto	auto

1.3. Einwirkungsstruktur

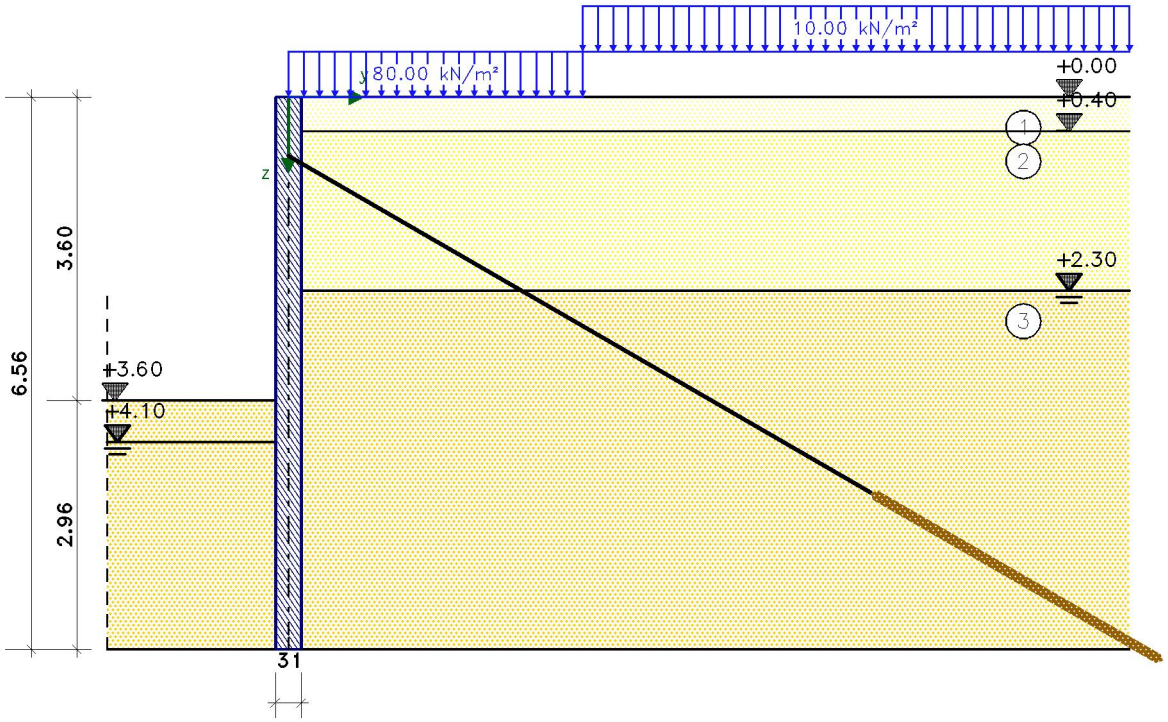
Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung | Lastfallordner | Lastfall | Imperfektionsfälle

1: ständige Lasten	**ständige Lasten**
1: Boden	additiv
2: Verkehr	**sonstige veränderliche Einwirkungen**
2: Verkehrslast	additiv

2. Aushubzustand 1: A1

2.1. Systemplot Maßstab 1:90



2.2. Angaben zum Aushubzustand

Berechnung erfolgt in BS-T
Grundwasserstand erdseitig: z = 2.30 m, luftseitig: z = 4.10 m
Aushubtiefe vor der Wand: z = 3.60 m
Fußlagerung: Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen, Einspanngrad = 0.00
Theoretischer Fußpunkt bei: z_0 = 5.88 m, theoretische Einbindetiefe t_1 = 2.28
Rammtiefenzuschlag = 0.300 t_1 = 0.68 m
Fußpunkt bei: z_F = 3.60 + 2.28 + 0.68 = 6.56 m
Bemessungserddruck: Aktiver Erddruck E_a
Erddruckumlagerung Rechteck

2.3. Anker

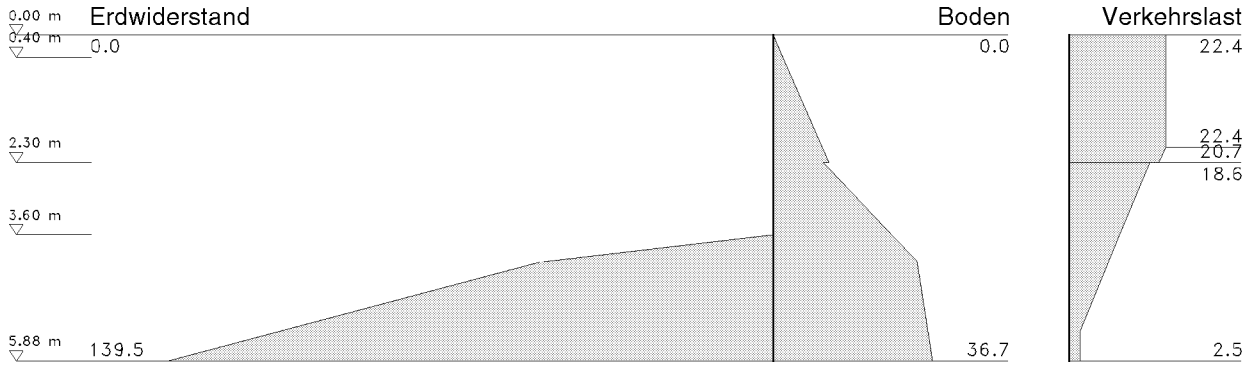
Name	Typ	z m	α °	l_k m	l_r m	P KN	Abstand m
	Verpressanker	0.70	30.00	8.00	4.00	0.00	2.40

2.4. Flächenlasten

Nr -	Lastfall	Ort	y_A m	Δz m	l m	b m	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
2	Verkehrslast	Wandkopf	0.00	0.00	3.50	∞	80.00	0.00	T/s
2	Verkehrslast	Wandkopf	3.50	0.00	∞	∞	10.00	0.00	T/s

T = Trapezfärmig, R = Rechteckförmig, E = gemäß EAB 2006 EB 7-1a, s = schichtweise, m = mitteln

2.5. Charakteristische horizontale Erddrucklasten



2.6. Charakteristische Erddrucklasten

Erdwiderstand

z m	Σ(γ·h) kN/m²	Kpgh -	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
4.10	9.00	6.004	54.04	-21.47	58.15
5.88	23.23	6.004	139.51	-55.42	150.12

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 185.71 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -73.78 kN/m
Erddruckkraft E = 199.83 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 5.03 m

Boden

z m	Σ(γ·h) kN/m²	Kagh -	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.279	0.00	0.00	0.00
0.40	8.00	0.279	2.24	0.81	2.38
2.30	46.00	0.279	12.85	4.68	13.68
2.30	46.00	0.251	11.53	4.58	12.41
3.60	56.40	0.251	27.14	5.62	27.71
4.10	60.40	0.251	33.14	6.01	33.68
5.88	74.63	0.251	36.71	7.43	37.45

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.00 m

Verkehrslast

z m	p(z) kN/m²	Kaph -	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	80.00	0.279	22.35	8.13	23.79
0.40	80.00	0.279	22.35	8.13	23.79
2.02	80.00	0.279	22.35	8.13	23.79
2.30	74.13	0.279	20.71	7.54	22.04
2.30	74.13	0.251	18.58	7.38	19.99
3.60	46.83	0.251	11.74	4.66	12.63
5.35	10.00	0.251	2.51	1.00	2.70
5.88	10.00	0.251	2.51	1.00	2.70

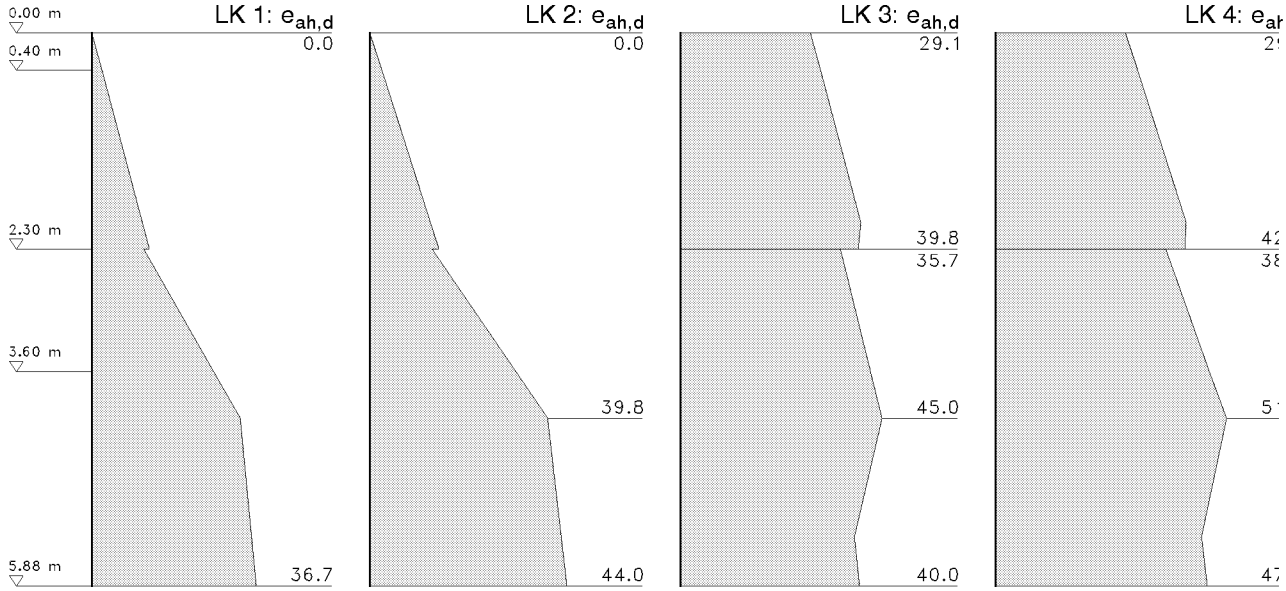
Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 84.69 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 31.94 kN/m
Erddruckkraft E = 90.51 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 2.09 m

2.7. Stahlnachweis

2.7.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.7.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (aktiv)



2.7.3. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	27.14	5.62	27.71
0.40	2.24	0.81	2.38	4.10	33.14	6.01	33.68
2.30	12.85	4.68	13.68	5.88	36.71	7.43	37.45
2.30	11.53	4.58	12.41				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.00 m

2.7.4. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	32.56	6.74	33.25
0.40	2.68	0.98	2.85	4.10	39.77	7.22	40.42
2.30	15.42	5.61	16.41	5.88	44.05	8.92	44.94
2.30	13.84	5.50	14.89				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 140.54 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 32.25 kN/m
Erddruckkraft E = 144.20 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.00 m

2.7.5. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 3, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	29.06	10.58	30.92	3.60	42.39	11.68	43.97
0.40	31.29	11.39	33.30	4.10	44.97	10.72	46.23
2.02	40.35	14.69	42.94	5.35	38.91	15.46	41.87
2.30	39.78	14.48	42.33	5.88	39.96	8.73	40.91
2.30	35.68	14.18	38.40				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 227.22 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 77.36 kN/m
Erddruckkraft	E = 240.02 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.07 m

2.7.6. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 4, Aktivseite

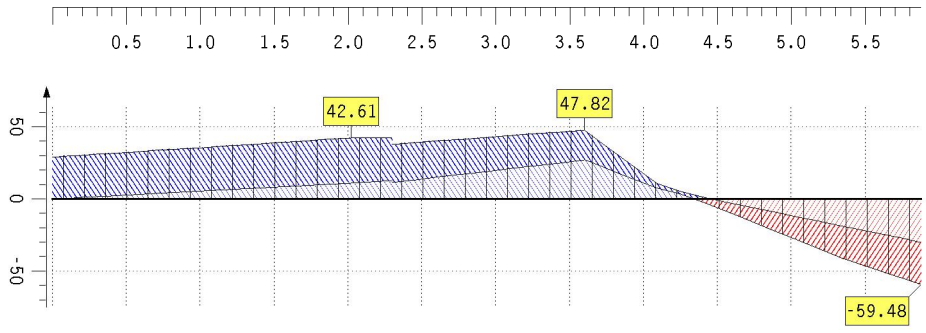
z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	29.06	10.58	30.92	3.60	47.82	12.80	49.50
0.40	31.74	11.55	33.77	4.10	51.60	11.92	52.96
2.02	42.61	15.51	45.34	5.35	46.04	18.29	49.54
2.30	42.35	15.41	45.07	5.88	47.31	10.21	48.40
2.30	37.99	15.09	40.88				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 250.64 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 84.53 kN/m
Erddruckkraft	E = 264.51 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.16 m

2.7.7. Auflagerreaktionen

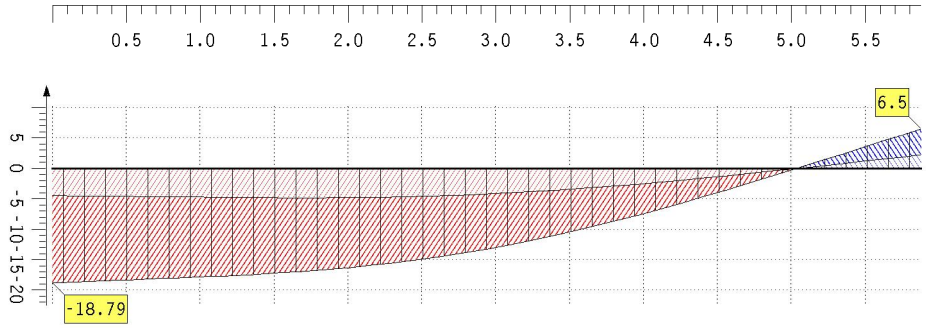
LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	28.03	16.18	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	33.63	19.42	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
3		Verpressanker	0.70	30.00	102.90	59.41	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	-0.00	0.00
4		Verpressanker	0.70	30.00	108.50	62.64	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00

extremaler Erddruck



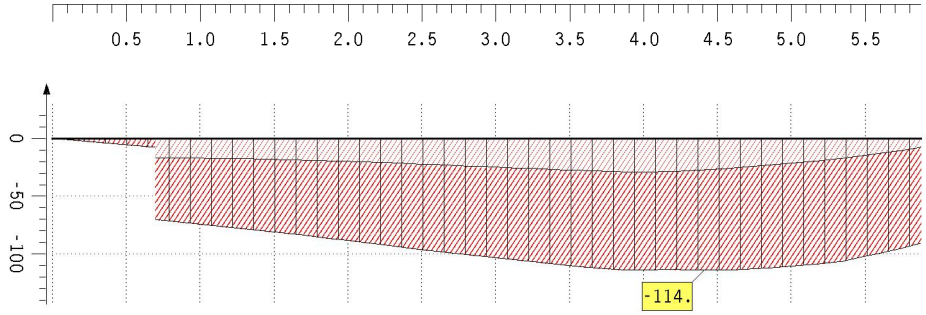
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -59.48
Max: 47.82

extremale Verformungen

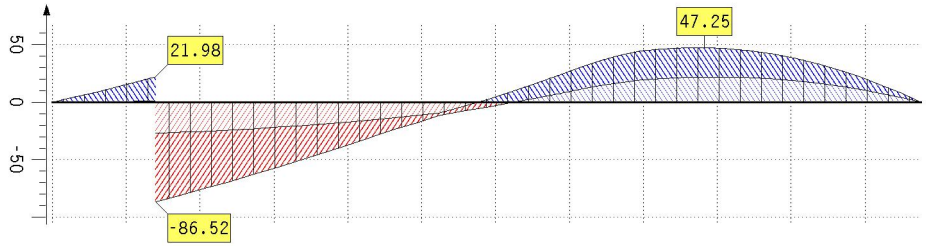


Durchbiegung
w in mm
Min: -18.79
Max: 6.50

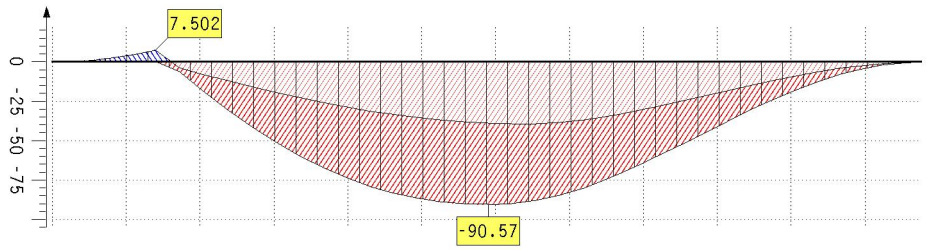
extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -113.99
Max: 0.00

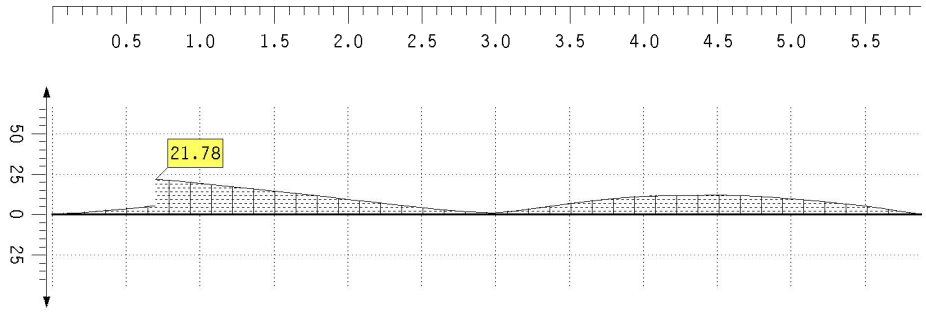


Querkraft
V in kN/m
Min: -86.52
Max: 47.25



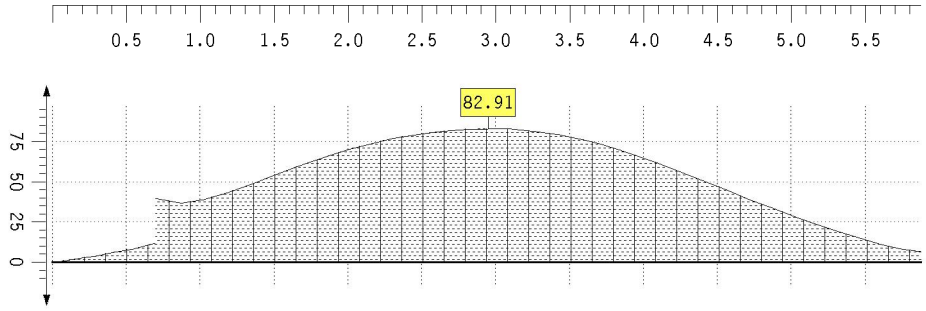
Moment
M in kNm/m
Min: -90.57
Max: 7.50

Stahlnachweisergebnisse

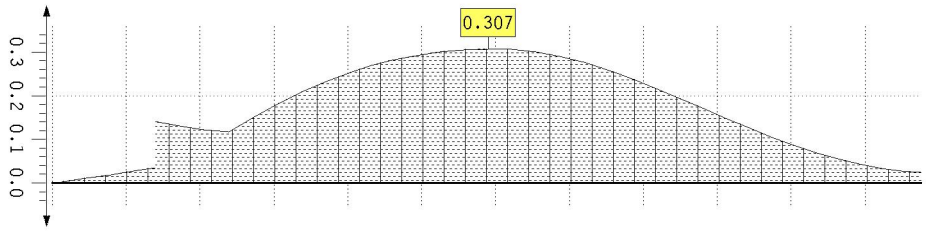


Schubspannung
τ in MN/m^2
Max: 21.78

Stahlnachweisergebnisse



Vergleichsspannung
σ_v in MN/m²
Max: 82.91



Ausnutzung
Max: 0.31

Stahlnachweisergebnisse

Z	min σ_x	max σ_x	τ	σ_v	σ_{el}	$U_{\sigma,el}$	0-0	--0	U
m	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	-	-	-	-
0.000	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	----	----	0.000
0.700	-6.83	5.67	5.53	11.77	9.59	0.036	----	----	0.036
0.700	-11.36	1.33	21.78	39.40	37.73	0.140	----	----	0.140
1.195	-31.47	20.33	17.37	43.53	31.47	0.117	----	----	0.117
2.021	-68.74	55.87	9.09	70.52	68.74	0.255	----	----	0.255
2.950	-82.90	68.04	0.97	82.91	82.90	0.307	----	----	0.307
3.850	-67.08	50.65	10.36	69.44	67.08	0.248	----	----	0.248
4.411	-45.75	29.27	11.89	50.18	45.75	0.169	----	----	0.169
5.034	-22.75	6.87	9.48	28.06	22.75	0.084	----	----	0.084
5.879	-6.56	-0.55	0.00	6.56	6.56	0.024	----	----	0.024
Minimum	**-82.90**	**-0.55**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**
Maximum	**-0.00**	**68.04**	**21.78**	**82.91**	**82.90**	**0.307**	**0.000**	**0.000**	**0.307**

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	AMX	Z	Typ	APY	APZ	AMX
m		kN/m	kN/m	kNm/m	m		kN/m	kN/m	kNm/m
0.700	Min	28.03	16.18	-0.00	5.748	Min	-0.00	-0.00	0.00
	Max	108.50	62.64	0.00		Max	0.00	0.00	0.00
5.034	Min	-0.01	-0.00	0.00	5.879	Min	-0.00	-90.70	-0.00
	Max	-0.01	0.00	0.00		Max	0.00	-7.66	0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	Z	Typ	APY	APZ
m		kN/m	kN/m	m		kN/m	kN/m
0.700	Min	28.03	16.18	5.748	Min	-0.00	-0.00
	Max	108.50	62.64		Max	0.00	0.00
5.034	Min	-0.01	-0.00	5.879	Min	-0.00	-90.70
	Max	-0.01	0.00		Max	0.00	-7.66

Maximale Ausnutzung $u_{max} = 0.31 \leq 1$ bei $z = 2.95$ m => **Nachweis erfüllt**

2.8. Nachweis des Erdwiderlagers gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.5)

2.8.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.8.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)

2.8.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.88	107.32	-42.63	115.47

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 142.85 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -56.75 kN/m
Erddruckkraft	E = 153.71 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.88	36.71	7.43	37.45

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft	E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.00 m

2.8.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.88	107.32	-42.63	115.47

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 142.85 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -56.75 kN/m
Erddruckkraft	E = 153.71 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.68	0.98	2.85
2.30	15.42	5.61	16.41
2.30	13.84	5.50	14.89
3.60	32.56	6.74	33.25
4.10	39.77	7.22	40.42
5.88	44.05	8.92	44.94

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 140.54 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 32.25 kN/m
Erddruckkraft	E = 144.20 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.00 m

2.8.5. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 3, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.88	107.32	-42.63	115.47

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 142.85 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -56.75 kN/m
Erddruckkraft	E = 153.71 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 3, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	29.06	10.58	30.92	3.60	42.39	11.68	43.97
0.40	31.29	11.39	33.30	4.10	44.97	10.72	46.23
2.02	40.35	14.69	42.94	5.35	38.91	15.46	41.87
2.30	39.78	14.48	42.33	5.88	39.96	8.73	40.91
2.30	35.68	14.18	38.40				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 227.22 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 77.36 kN/m
Erddruckkraft	E = 240.02 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.07 m

2.8.6. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 4, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.88	107.32	-42.63	115.47

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 142.85 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -56.75 kN/m
Erddruckkraft	E = 153.71 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 4, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	29.06	10.58	30.92	3.60	47.82	12.80	49.50
0.40	31.74	11.55	33.77	4.10	51.60	11.92	52.96
2.02	42.61	15.51	45.34	5.35	46.04	18.29	49.54
2.30	42.35	15.41	45.07	5.88	47.31	10.21	48.40
2.30	37.99	15.09	40.88				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 250.64 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 84.53 kN/m
Erddruckkraft	E = 264.51 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.16 m

2.8.7. Auflagerreaktionen

LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	28.03	16.18	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-53.76	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	33.63	19.42	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-35.94	-0.00	0.00
3		Verpressanker	0.70	30.00	102.90	59.41	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-18.54	-0.00	0.00

LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
4		Verpressanker	0.70	30.00	108.50	62.64	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.72	-0.00	0.00

2.8.8. Nachweis des Erdwiderlagers (Horizontalkräfte)

mit $\gamma_{ep} = 1.30$

LK	E_a	$C_{h,d}$	ΣH_{Anker}	$E_a - \Sigma H_{Anker} - \Sigma H_{Lager} + C_{h,d}$	zul E_p	u
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	-
1	117.12	-0.00	28.03	89.09	142.85	0.62
2	140.54	0.00	33.63	106.91	142.85	0.75
3	227.22	0.00	102.90	124.32	142.85	0.87
4	250.64	0.00	108.50	142.14	142.85	0.99

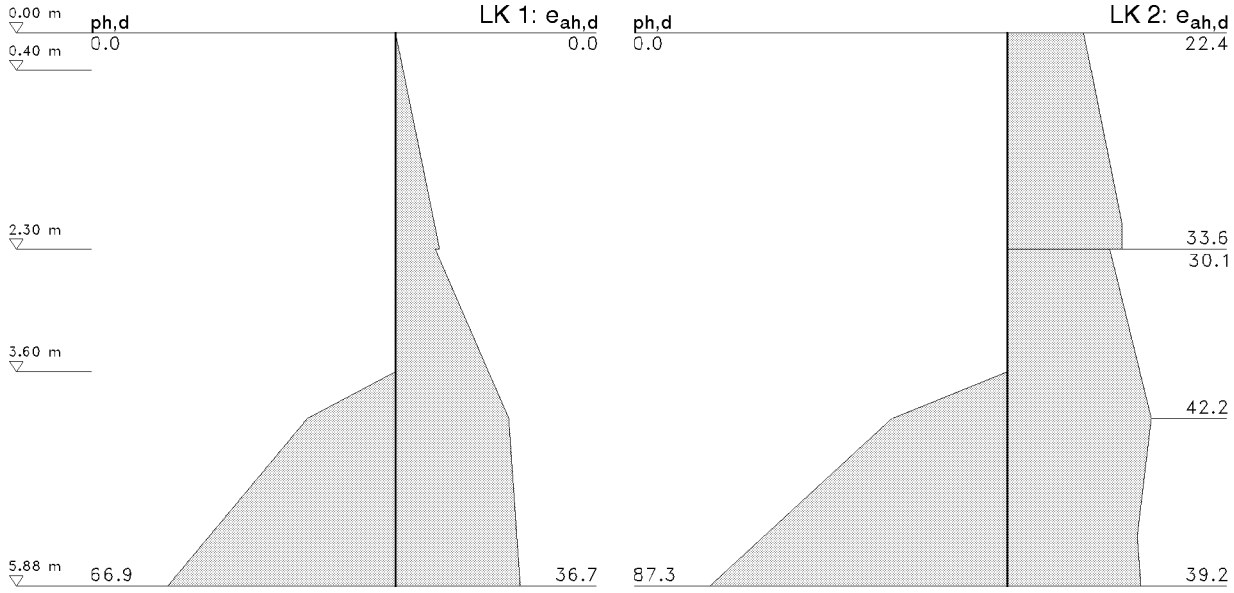
Maximale Ausnutzung $u_{max} = 0.99 \leq 1$ => **Nachweis erfüllt**

2.9. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.8)

2.9.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.9.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.9.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 47.98 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	25.93	-10.30	27.90
5.88	66.94	-26.59	72.03

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 89.10 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -35.40 kN/m
Erddruckkraft	E = 95.88 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.88	36.71	7.43	37.45

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.00 m

2.9.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 62.57 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	33.81	-13.43	36.38
5.88	87.29	-34.68	93.93

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 116.20 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -46.16 kN/m
Erddruckkraft E = 125.03 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 5.03 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	22.35	8.13	23.79
0.40	24.59	8.95	26.16
2.02	33.64	12.24	35.80
2.30	33.56	12.22	35.72
2.30	30.11	11.96	32.40
3.60	38.87	10.28	40.21
4.10	42.24	9.63	43.33
5.35	38.16	15.16	41.06
5.88	39.21	8.43	40.11

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 201.81 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 67.78 kN/m
Erddruckkraft E = 212.89 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.20 m

2.9.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	28.03	16.18	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	85.62	49.43	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	-0.00	-0.00

2.9.6. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft

Wandeigengewicht G = 7.08 KN/m, $\delta_{p,k,Fuß}$ = 21.67, $\delta_{c,k,Fuß}$ = 10.83

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$B_{v,k}$ kN/m	ΣV kN/m	u -
1	26.88	16.18	35.40	50.14	0.71
2	67.78	49.43	46.16	124.30	0.37

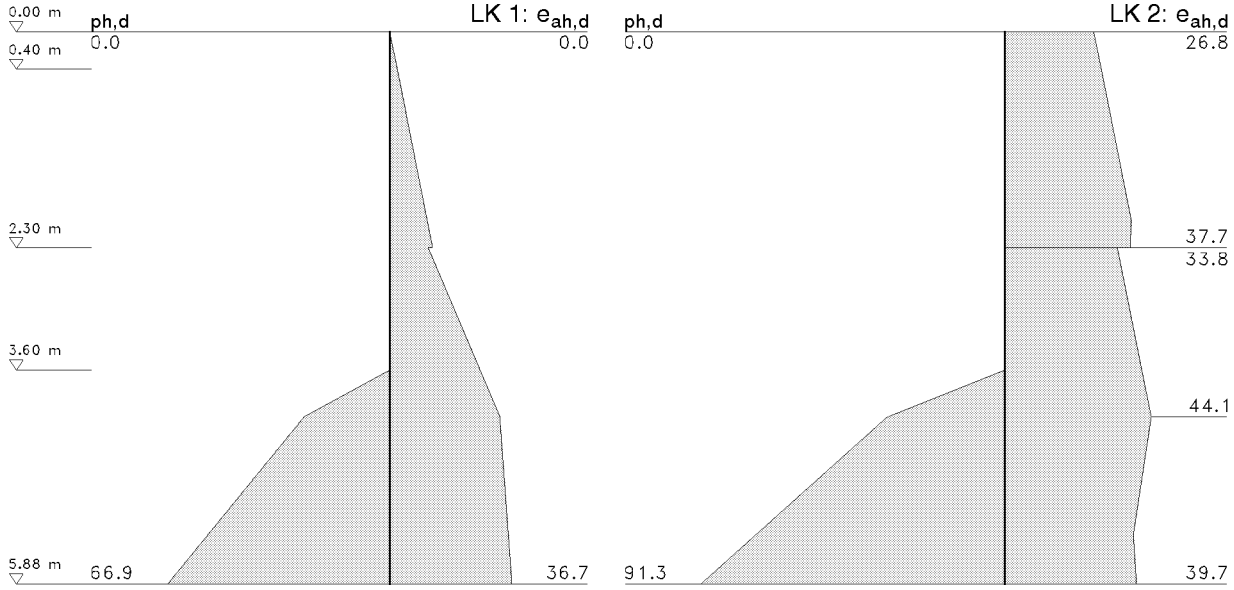
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.71 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.10. Nachweis gegen Versinken der Bauteile gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

2.10.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+1.2·Lf2

2.10.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.10.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 67.17 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	25.93	-10.30	27.90
5.88	66.94	-26.59	72.02

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 89.10 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -35.40 kN/m
Erddruckkraft	E = 95.87 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 1, Aktivseite

z m	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.88	36.71	7.43	37.45

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft	E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.00 m

2.10.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 91.67 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	35.38	-14.06	38.07
5.88	91.35	-36.29	98.29

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 121.60 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -48.31 kN/m
Erddruckkraft	E = 130.84 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	26.82	9.76	28.54
0.40	29.06	10.58	30.92
2.02	38.11	13.87	40.56
2.30	37.71	13.72	40.13
2.30	33.83	13.44	36.40
3.60	41.22	11.21	42.72
4.10	44.06	10.35	45.26
5.35	38.66	15.36	41.60
5.88	39.71	8.63	40.64

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 218.75 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 74.17 kN/m
Erddruckkraft	E = 230.98 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.11 m

2.10.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	28.03	16.18	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	97.14	56.08	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	0.01	-0.00	0.00

2.10.5.1. Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

Nachweis erfolgt entsprechend EAB 2006, EB 85

Wandeigengewicht G = 6.35 kN/m, χ = 0.55 $\Rightarrow$ A_b = 0.55 * 0.31 = 0.171 m²/m

Spitzenwiderstand $R_{1b,k}$ = - A_b * $q_{b,k}$ = 0.171 * 895.221 = -152.64 kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand γ_b = 1.40, $\gamma_{R,c}$ = 1.30

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣP_v kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$E_{pv,k}$ kN/m	ΣV_d kN/m	ΣR_d kN/m	u -
1	26.88	-0.00	16.18	-35.40	49.41	136.25	0.36
2	74.17	0.00	56.08	-48.31	136.60	146.19	0.93

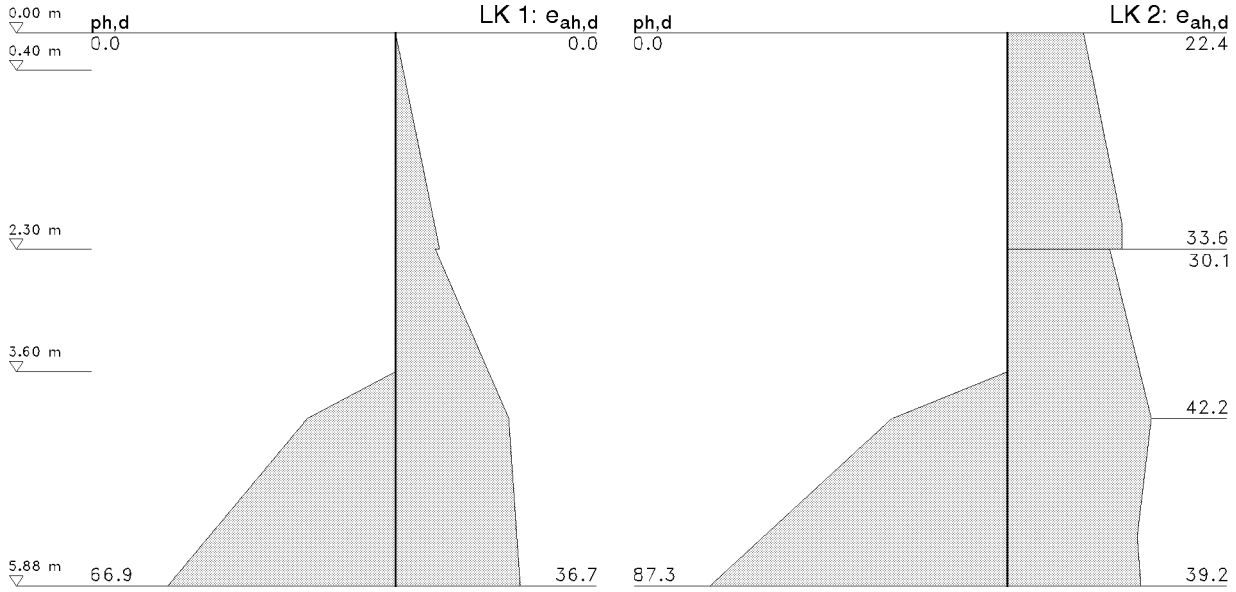
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.93 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.11. Nachweis der Verformungen

2.11.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.11.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.11.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 47.98 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	25.93	-10.30	27.90
5.88	66.94	-26.59	72.03

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 89.10 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -35.40 kN/m
Erddruckkraft	E = 95.88 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 1, Aktivseite

z m	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.88	36.71	7.43	37.45

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 117.12 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 26.88 kN/m
Erddruckkraft	E = 120.16 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.00 m

2.11.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 62.57 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	33.81	-13.43	36.38
5.88	87.29	-34.68	93.93

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 116.20 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -46.16 kN/m
Erddruckkraft	E = 125.03 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 5.03 m

LK 2, Aktivseite

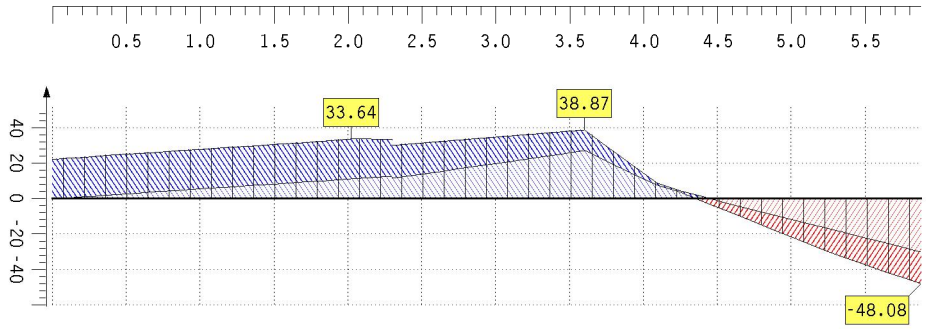
z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	22.35	8.13	23.79
0.40	24.59	8.95	26.16
2.02	33.64	12.24	35.80
2.30	33.56	12.22	35.72
2.30	30.11	11.96	32.40
3.60	38.87	10.28	40.21
4.10	42.24	9.63	43.33
5.35	38.16	15.16	41.06
5.88	39.21	8.43	40.11

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 201.81 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 67.78 kN/m
Erddruckkraft	E = 212.89 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.20 m

2.11.5. Auflagerreaktionen

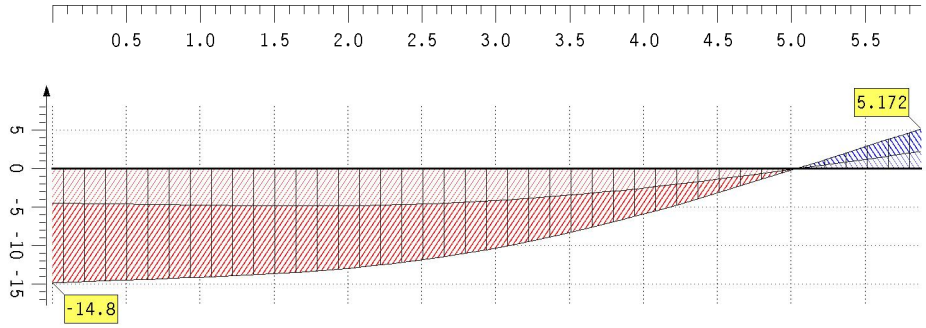
LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	28.03	16.18	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	85.62	49.43	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	5.03	0.00	-0.01	-0.00	-0.00

extremaler Erddruck



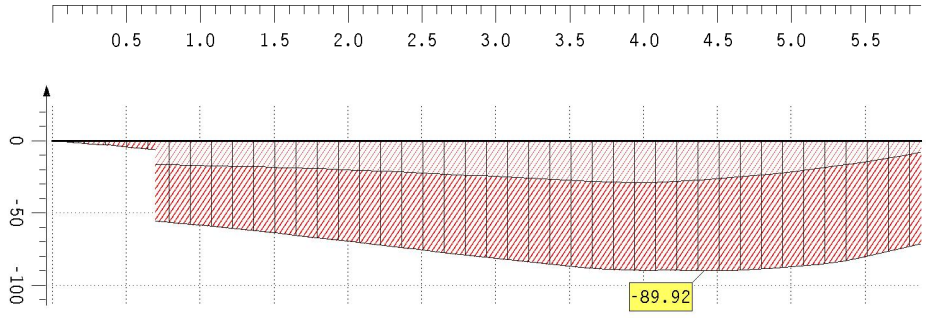
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -48.08
Max: 38.87

extremale Verformungen



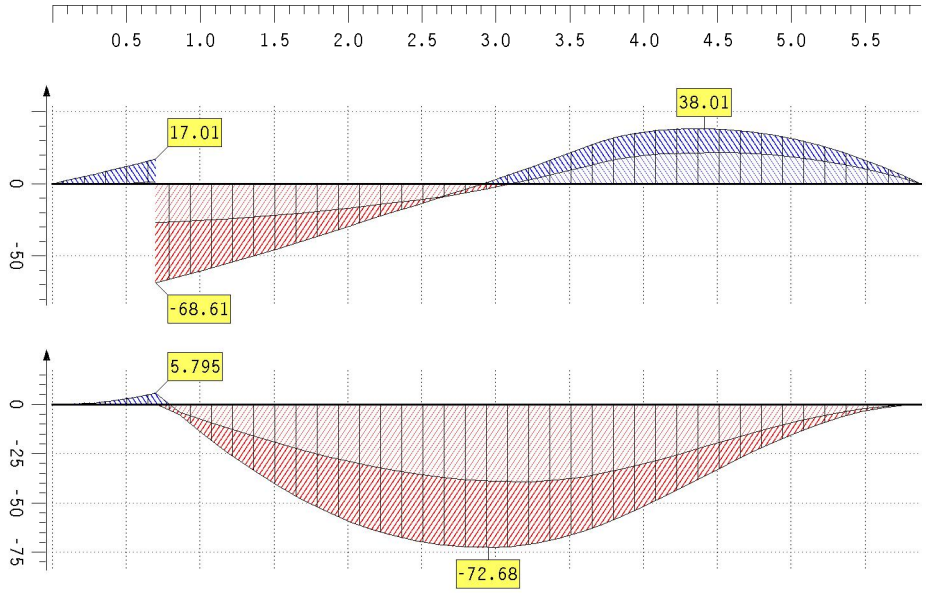
Durchbiegung
w in mm
Min: -14.80
Max: 5.17

extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -89.92
Max: -0.00

extremale Schnittgrößen



Querkraft
V in kN/m
Min: -68.61
Max: 38.01

Moment
M in kNm/m
Min: -72.68
Max: 5.80

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m
0.700	Min	28.03	16.18	-0.00	5.748	Min	-0.00	0.00	0.00
	Max	85.62	49.43	0.00		Max	0.00	0.00	0.00
5.034	Min	-0.01	-0.00	-0.00	5.879	Min	0.00	-71.05	0.00
	Max	-0.01	0.00	0.00		Max	0.00	-7.66	0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m
0.700	Min	28.03	16.18	5.748	Min	-0.00	0.00
	Max	85.62	49.43		Max	0.00	0.00
5.034	Min	-0.01	-0.00	5.879	Min	0.00	-71.05
	Max	-0.01	0.00		Max	0.00	-7.66

2.11.6. Nachweis der Verformungen

Maximale Durchbiegung w_{max} = 14.80 mm ≤ w_{zul} = 25.00 mm bei z = 0.00 m => **Nachweis erfüllt**

3. Zusammenfassung aller Nachweise

Aushub Nachweis/Ausnutzung	A1 -	Aushub Nachweis/Ausnutzung	A1 -
Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1	0.307	Nachweis gegen Versinken	0.934
Nachweis des Erdwiderlagers	0.995	Nachweis der Verformungen	0.592
Nachweis der Vertikalkomponente	0.706		

Literatur und Normen:

[1] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, August 2017

Pos. 1 Spundwand (Nebensystem; Grubenseite Ost)
OHNE KRAN90T MIT ANKER

Alle Angaben beziehen sich auf einen Meter laufende Wand

1. Eingabedaten für Spundwand DIN EN 1997-1 und DIN EN 1993-1

Erdwiderstand nach Sokolovsky/Pregl bei $\varphi \geq 30°$
Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00
Bemessung mit überlagertem mobilisiertem Erdwiderstand
Mindesterddruckbeiwert vorgeben mit $k_{gh\ min} = 0.00$
Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3\ \varphi$, Passivseite $\delta = -2/3\ \varphi$
Theoretischer Fußpunkt bei: $z_0 = 5.39$ m, theoretische Einbindetiefe $t_1 = 1.79$
Rammtiefenzuschlag = 0.300 $t_1 = 0.54$ m

1.1. Statische Werte für Spundwand: Larssen 603 (pro lfd. m), S 270 GP

A	I_y	W_y	$A_{Querkraft}$	Höhe	G
cm^2/m	cm^4/m	cm^3/m	cm^2/m	mm	KG/m^2
138.30	18600.00	1200.00	39.72	310.0	108.00

1.2. Bodenparameter

Nr	Name	h	z	φ	γ	γ'	C	δ_a	δ_p	K_{ah}	K_{ph}	K_{ch}
		m	m	°	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	°	°	-	-	-
1	Oberbau	0.40	0.40	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
2	Sans/Kies	1.90	2.30	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
3	Sand	5.70	8.00	32.50	18.00	8.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
4	Ton	∞	∞	22.50	20.00	10.00	10.00	auto	auto	auto	auto	auto

1.3. Einwirkungsstruktur

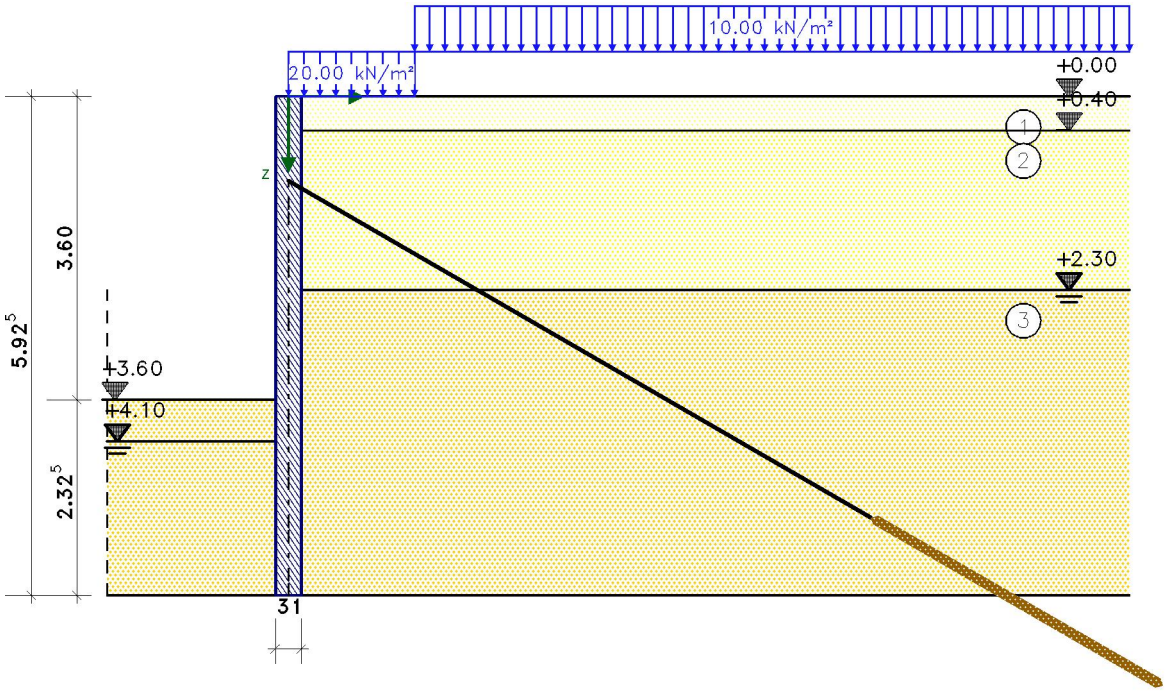
Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung | Lastfallordner | Lastfall | Imperfektionsfälle

1: ständige Lasten	**ständige Lasten**
1: Boden	additiv
2: Verkehr	**sonstige veränderliche Einwirkungen**
2: Verkehrslast	additiv

2. Aushubzustand 1: A1

2.1. Systemplot Maßstab 1:90



2.2. Angaben zum Aushubzustand

Berechnung erfolgt in BS-T
Grundwasserstand erdseitig: z = 2.30 m, luftseitig: z = 4.10 m
Aushubtiefe vor der Wand: z = 3.60 m
Fußlagerung: Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen, Einspanngrad = 0.00
Theoretischer Fußpunkt bei: z_0 = 5.39 m, theoretische Einbindetiefe t_1 = 1.79
Rammtiefenzuschlag = 0.300 t_1 = 0.54 m
Fußpunkt bei: z_F = 3.60 + 1.79 + 0.53 = 5.93 m
Bemessungserddruck: Aktiver Erddruck E_a
Erddruckumlagerung Rechteck

2.3. Anker

Name	Typ	z m	α °	l_k m	l_r m	P KN	Abstand m
	Verpressanker	1.00	30.00	8.00	4.00	0.00	2.40

2.4. Flächenlasten

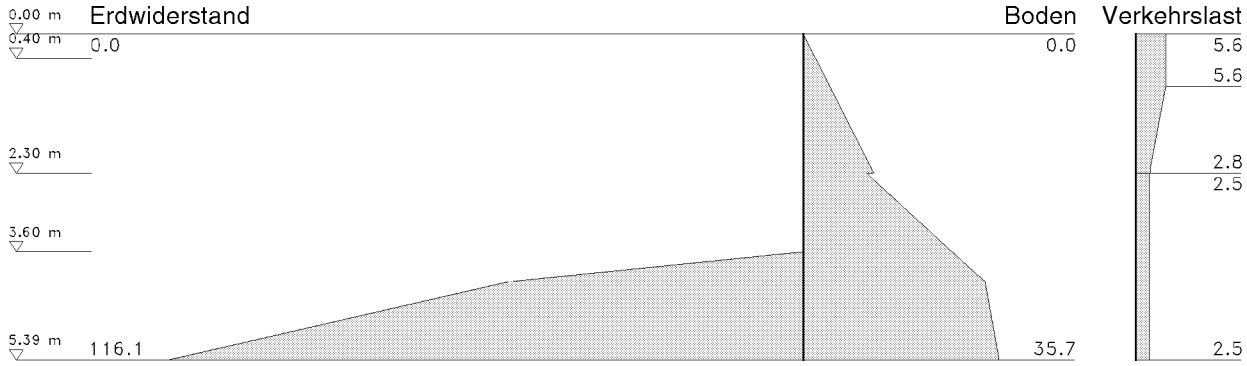
Nr -	Lastfall	Ort	y_A m	Δz m	l m	b m	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
2	Verkehrslast	Wandkopf	0.00	0.00	1.50	∞	20.00	0.00	T/s
2	Verkehrslast	Wandkopf	1.50	0.00	∞	∞	10.00	0.00	T/s

T = Trapezförmig, R = Rechteckförmig, E = gemäß EAB 2006 EB 7-1a, s = schichtweise, m = mitteln
Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0.90	0.90	0.95	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustd. des Versag. von Bauwerken,-teilen u. Baugrnd.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruhedruck	γ_{EOg}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstan		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	**1.20**	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
γ_G = 1.000 für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
γ_Q = 1.000 für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

2.5. Charakteristische horizontale Erddrucklasten



2.6. Charakteristische Erddrucklasten

Erdwiderstand

z m	Σ(γ·h) kN/m²	K_{pgh} -	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
4.10	9.00	6.004	54.04	-21.47	58.15
5.39	19.34	6.004	116.10	-46.12	124.92

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 123.41 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -49.03 kN/m
Erddruckkraft E = 132.79 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.73 m

Boden

z m	Σ(γ·h) kN/m²	K_{agh} -	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.279	0.00	0.00	0.00
0.40	8.00	0.279	2.24	0.81	2.38
2.30	46.00	0.279	12.85	4.68	13.68
2.30	46.00	0.251	11.53	4.58	12.41
3.60	56.40	0.251	27.14	5.62	27.71
4.10	60.40	0.251	33.14	6.01	33.68
5.39	70.74	0.251	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 23.35 kN/m
Erddruckkraft E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.71 m

Verkehrslast

z m	p(z) kN/m²	K_{aph} -	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	20.00	0.279	5.59	2.03	5.95
0.40	20.00	0.279	5.59	2.03	5.95
0.87	20.00	0.279	5.59	2.03	5.95
2.22	10.00	0.279	2.79	1.02	2.97
2.30	10.00	0.279	2.79	1.02	2.97
2.30	10.00	0.251	2.51	1.00	2.70
3.60	10.00	0.251	2.51	1.00	2.70
5.39	10.00	0.251	2.51	1.00	2.70

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 18.49 kN/m

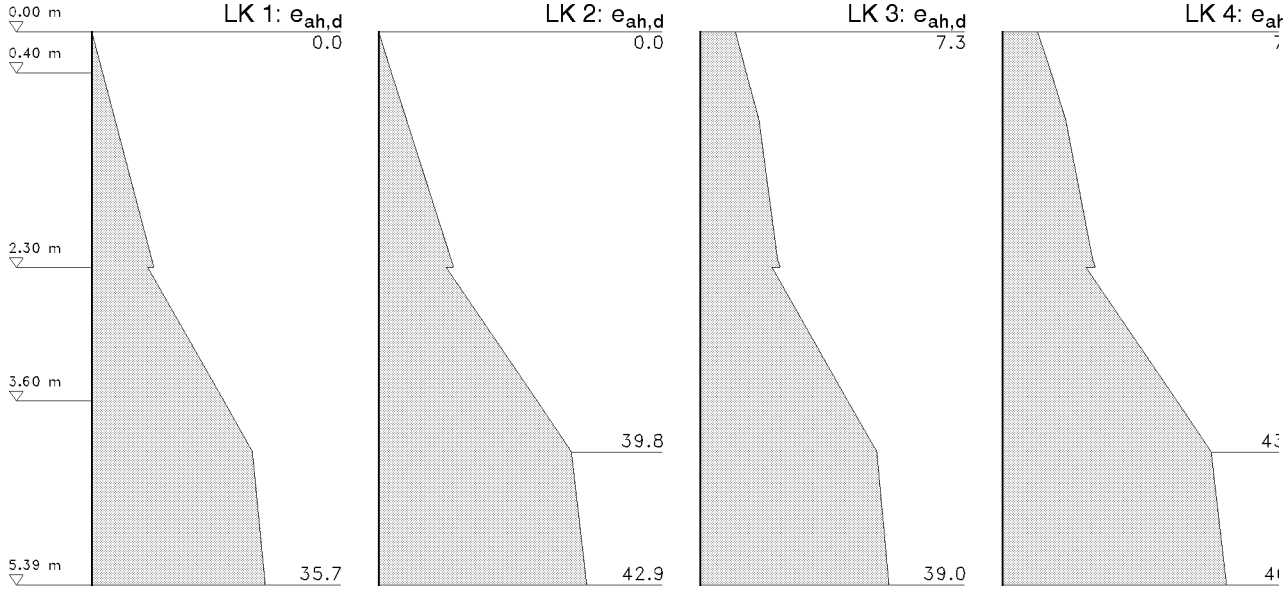
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_V = 6.99 kN/m
Erddruckkraft	E = 19.77 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.20 m

2.7. Stahlnachweis

2.7.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.7.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (aktiv)



2.7.3. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.39	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_V = 23.35 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.7.4. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.68	0.98	2.85
2.30	15.42	5.61	16.41
2.30	13.84	5.50	14.89
3.60	32.56	6.74	33.25
4.10	39.77	7.22	40.42
5.39	42.87	8.45	43.70

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 119.36 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_V = 28.02 kN/m
Erddruckkraft	E = 122.60 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.7.5. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 3, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	7.26	2.64	7.73	2.30	14.79	5.87	15.91
0.40	9.50	3.46	10.11	3.60	30.39	6.91	31.17
0.87	12.10	4.41	12.88	4.10	36.40	7.31	37.12
2.22	16.05	5.84	17.08	5.39	38.99	8.34	39.87
2.30	16.48	6.00	17.54				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 123.50 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 32.43 kN/m
Erddruckkraft	E = 127.69 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.41 m

2.7.6. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 4, Aktivseite

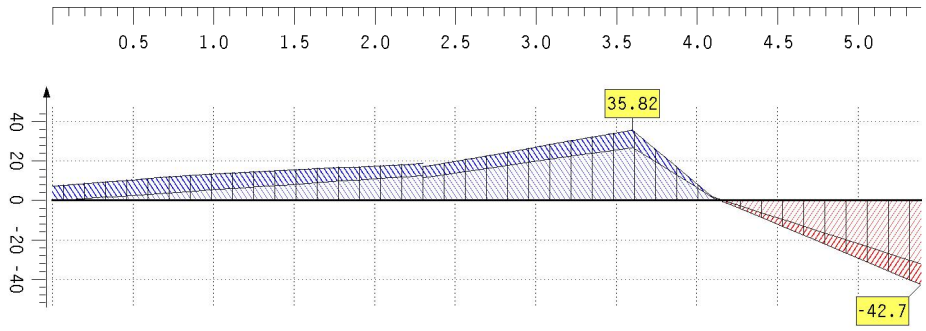
z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	7.26	2.64	7.73	2.30	17.09	6.79	18.39
0.40	9.95	3.62	10.58	3.60	35.82	8.03	36.71
0.87	13.07	4.76	13.91	4.10	43.02	8.51	43.86
2.22	18.53	6.75	19.72	5.39	46.13	9.75	47.15
2.30	19.05	6.94	20.28				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 143.40 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 37.10 kN/m
Erddruckkraft	E = 148.12 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.45 m

2.7.7. Auflagerreaktionen

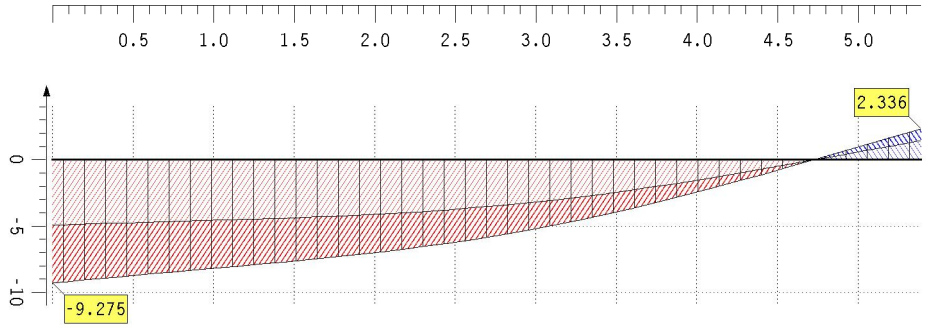
LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	1.00	30.00	27.25	15.73	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	1.00	30.00	32.70	18.88	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	0.01	0.00	0.00
3		Verpressanker	1.00	30.00	43.52	25.13	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	-0.00	0.00
4		Verpressanker	1.00	30.00	48.97	28.27	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	0.00	-0.00

extremaler Erddruck



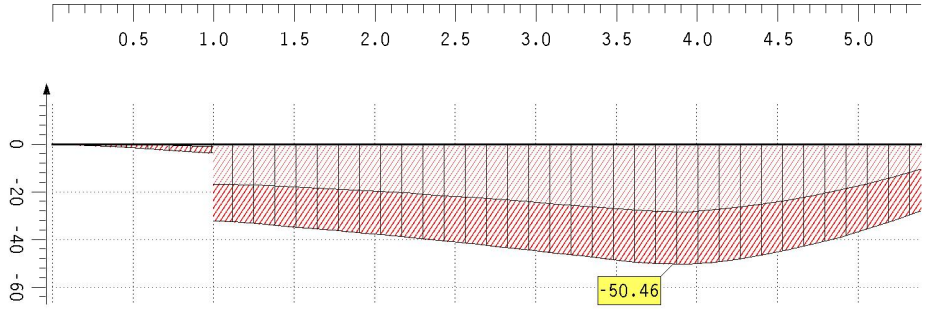
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -42.70
Max: 35.82

extremale Verformungen

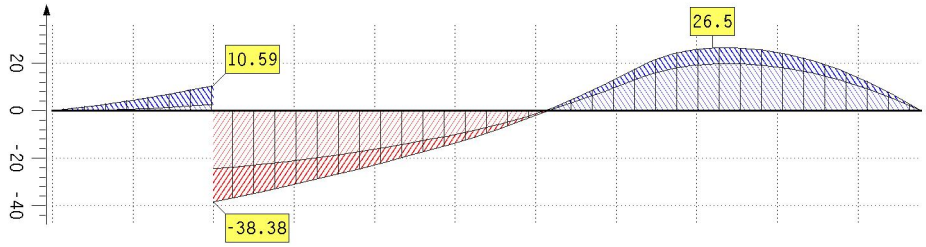


Durchbiegung
w in mm
Min: -9.27
Max: 2.34

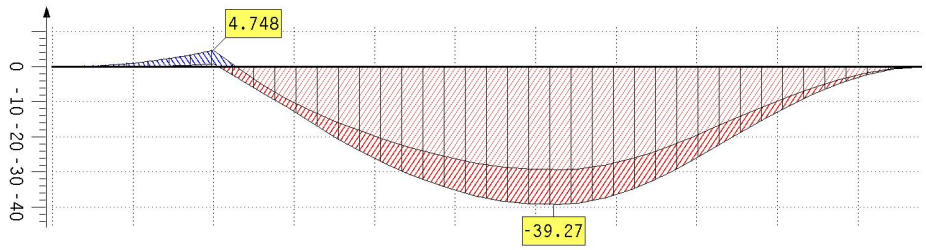
extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -50.46
Max: 0.00

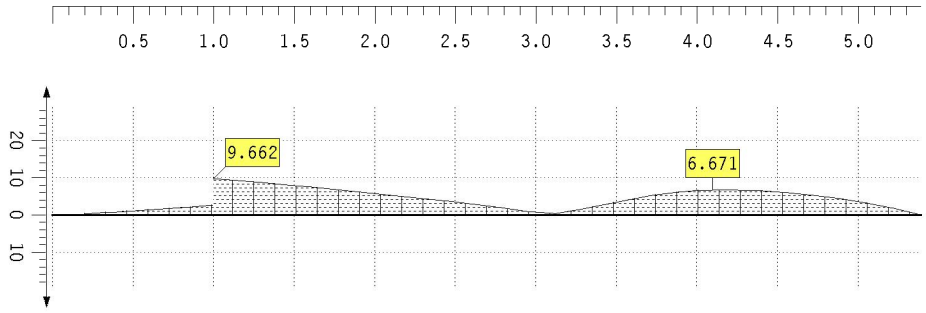


Querkraft
V in kN/m
Min: -38.38
Max: 26.50



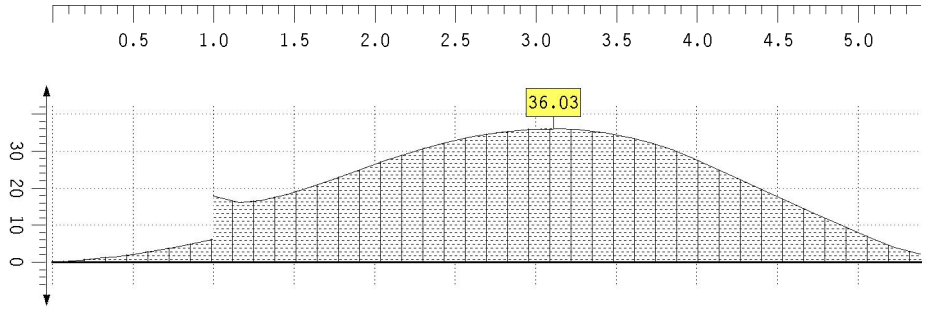
Moment
M in kNm/m
Min: -39.27
Max: 4.75

Stahlnachweisergebnisse

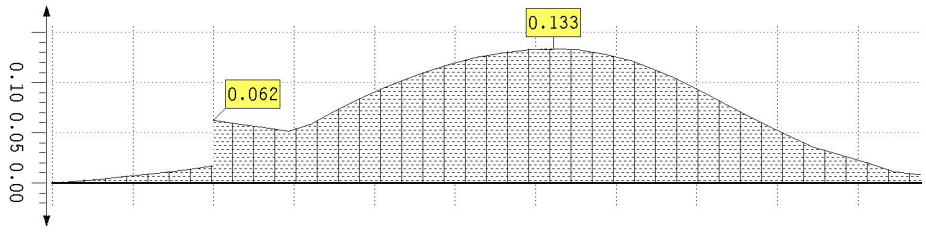


Schubspannung
τ in MN/m²
Max: 9.66

Stahlnachweisergebnisse



Vergleichsspannung
σ_v in MN/m²
Max: 36.03



Ausnutzung
Max: 0.13

Stahlnachweisergebnisse

Z	min σ_x	max σ_x	τ	σ_v	σ_{el}	$U_{\sigma,el}$	0-0	--0	U
m	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	-	-	-	-
0.000	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	----	----	0.000
1.000	-4.24	3.68	2.67	6.27	4.62	0.017	----	----	0.017
1.000	-6.28	1.72	9.66	17.87	16.74	0.062	----	----	0.062
1.153	-4.22	1.25	9.13	16.12	15.81	0.059	----	----	0.059
1.458	-11.96	8.05	7.98	18.28	13.83	0.051	----	----	0.051
2.300	-29.68	23.93	4.35	30.63	29.68	0.110	----	----	0.110
3.112	-36.03	29.43	0.35	36.03	36.03	0.133	----	----	0.133
3.725	-30.72	23.46	5.30	32.06	30.72	0.114	----	----	0.114
4.100	-22.98	15.83	6.67	25.72	22.98	0.085	----	----	0.085
4.727	-9.49	3.99	5.24	13.13	9.49	0.035	----	----	0.035
5.392	-2.01	-0.75	0.00	2.01	2.01	0.007	----	----	0.007
Minimum	**-36.03**	**-0.75**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**
Maximum	**-0.00**	**29.43**	**9.66**	**36.03**	**36.03**	**0.133**	**0.000**	**0.000**	**0.133**

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	AMX	Z	Typ	APY	APZ	AMX
m		kN/m	kN/m	kNm/m	m		kN/m	kN/m	kNm/m
1.000	Min	27.25	15.73	-0.00	5.226	Min	-0.00	-0.00	0.00
	Max	48.97	28.27	0.00		Max	0.00	0.00	0.00
4.727	Min	-0.01	-0.00	-0.00	5.392	Min	-0.00	-27.86	-0.00
	Max	0.01	0.00	0.00		Max	0.00	-10.39	0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	Z	Typ	APY	APZ
m		kN/m	kN/m	m		kN/m	kN/m
1.000	Min	27.25	15.73	5.226	Min	-0.00	-0.00
	Max	48.97	28.27		Max	0.00	0.00
4.727	Min	-0.01	-0.00	5.392	Min	-0.00	-27.86
	Max	0.01	0.00		Max	0.00	-10.39

Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.13 ≤ 1 bei z = 3.11 m => **Nachweis erfüllt**

2.8. Nachweis des Erdwiderlagers gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.5)

2.8.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.8.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)

2.8.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.39	89.31	-35.48	96.09

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 94.93 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -37.71 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.15 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.39	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.35 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.8.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.39	89.31	-35.48	96.09

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 94.93 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -37.71 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.15 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.68	0.98	2.85
2.30	15.42	5.61	16.41
2.30	13.84	5.50	14.89
3.60	32.56	6.74	33.25
4.10	39.77	7.22	40.42
5.39	42.87	8.45	43.70

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 119.36 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 28.02 kN/m
Erddruckkraft	E = 122.60 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.8.5. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 3, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.39	89.31	-35.48	96.09

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 94.93 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -37.71 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.15 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 3, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	7.26	2.64	7.73	2.30	14.79	5.87	15.91
0.40	9.50	3.46	10.11	3.60	30.39	6.91	31.17
0.87	12.10	4.41	12.88	4.10	36.40	7.31	37.12
2.22	16.05	5.84	17.08	5.39	38.99	8.34	39.87
2.30	16.48	6.00	17.54				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 123.50 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 32.43 kN/m
Erddruckkraft	E = 127.69 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.41 m

2.8.6. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 4, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.39	89.31	-35.48	96.09

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 94.93 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -37.71 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.15 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 4, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	7.26	2.64	7.73	2.30	17.09	6.79	18.39
0.40	9.95	3.62	10.58	3.60	35.82	8.03	36.71
0.87	13.07	4.76	13.91	4.10	43.02	8.51	43.86
2.22	18.53	6.75	19.72	5.39	46.13	9.75	47.15
2.30	19.05	6.94	20.28				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 143.40 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 37.10 kN/m
Erddruckkraft	E = 148.12 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.45 m

2.8.7. Auflagerreaktionen

LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
1		Verpressanker	1.00	30.00	27.25	15.73	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-22.71	0.00	0.00
2		Verpressanker	1.00	30.00	32.70	18.88	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-8.27	-0.00	0.00
3		Verpressanker	1.00	30.00	43.52	25.13	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-14.95	-0.00	0.00

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
4		Verpressanker	1.00	30.00	48.97	28.27	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.51	0.00	0.00

2.8.8. Nachweis des Erdwiderlagers (Horizontalkräfte)

mit γ_{ep} = 1.30

LK	E_a kN/m	$C_{h,d}$ kN/m	ΣH_{Anker} kN/m	$E_a - \Sigma H_{Anker} - \Sigma H_{Lager} + C_{h,d}$ kN/m	zul E_p kN/m	u -
1	99.47	-0.00	27.25	72.22	94.93	0.76
2	119.36	-0.00	32.70	86.66	94.93	0.91
3	123.50	0.00	43.52	79.98	94.93	0.84
4	143.40	0.00	48.97	94.43	94.93	0.99

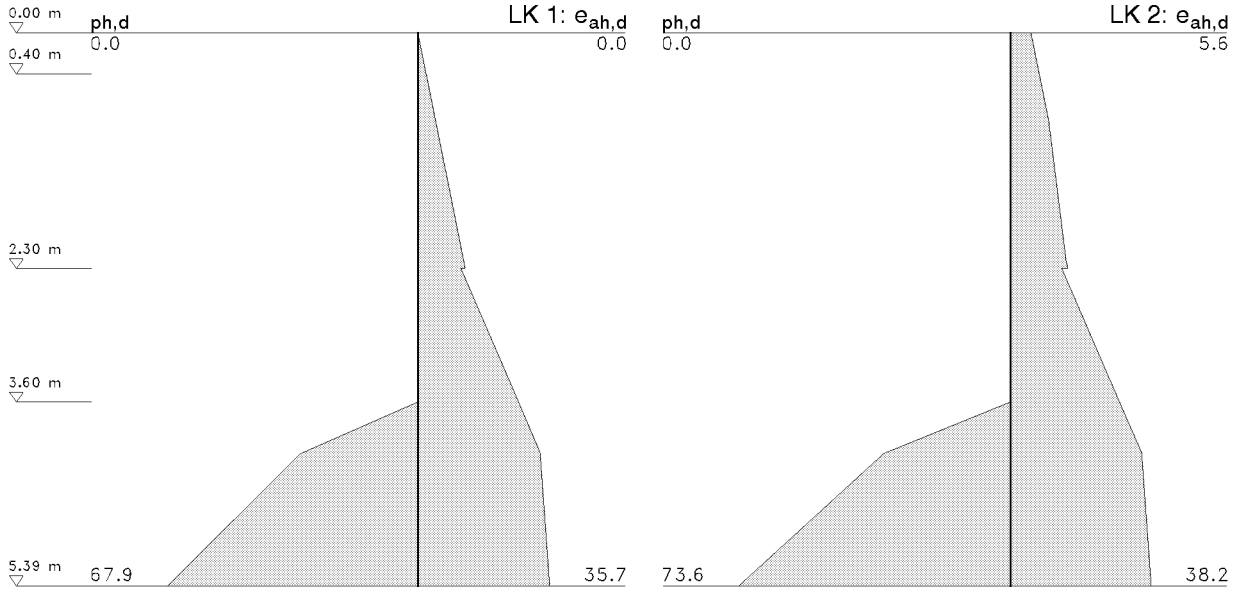
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.99 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.9. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.8)

2.9.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.9.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.9.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 58.53 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	31.63	-12.57	34.03
5.39	67.95	-26.99	73.11

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 72.23 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -28.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 77.72 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.39	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 23.35 kN/m
Erddruckkraft E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.71 m

2.9.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 63.36 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.24	-13.60	36.84
5.39	73.56	-29.23	79.16

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 78.20 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -31.07 kN/m
Erddruckkraft E = 84.14 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.73 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	5.59	2.03	5.95
0.40	7.82	2.85	8.32
0.87	10.43	3.80	11.10
2.22	15.21	5.54	16.19
2.30	15.65	5.69	16.65
2.30	14.04	5.58	15.10
3.60	29.64	6.61	30.37
4.10	35.65	7.01	36.33
5.39	38.24	8.04	39.07

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 117.96 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 30.34 kN/m
Erddruckkraft E = 121.79 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.47 m

2.9.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	1.00	30.00	27.25	15.73	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	-0.00	0.00
2		Verpressanker	1.00	30.00	39.77	22.96	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	-0.00	0.00

2.9.6. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft

Wandeigengewicht G = 6.40 KN/m, $\delta_{p,k,Fuß}$ = 21.67, $\delta_{c,k,Fuß}$ = 10.83

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$B_{v,k}$ kN/m	ΣV kN/m	u -
1	23.35	15.73	28.70	45.48	0.63
2	30.34	22.96	31.07	59.70	0.52

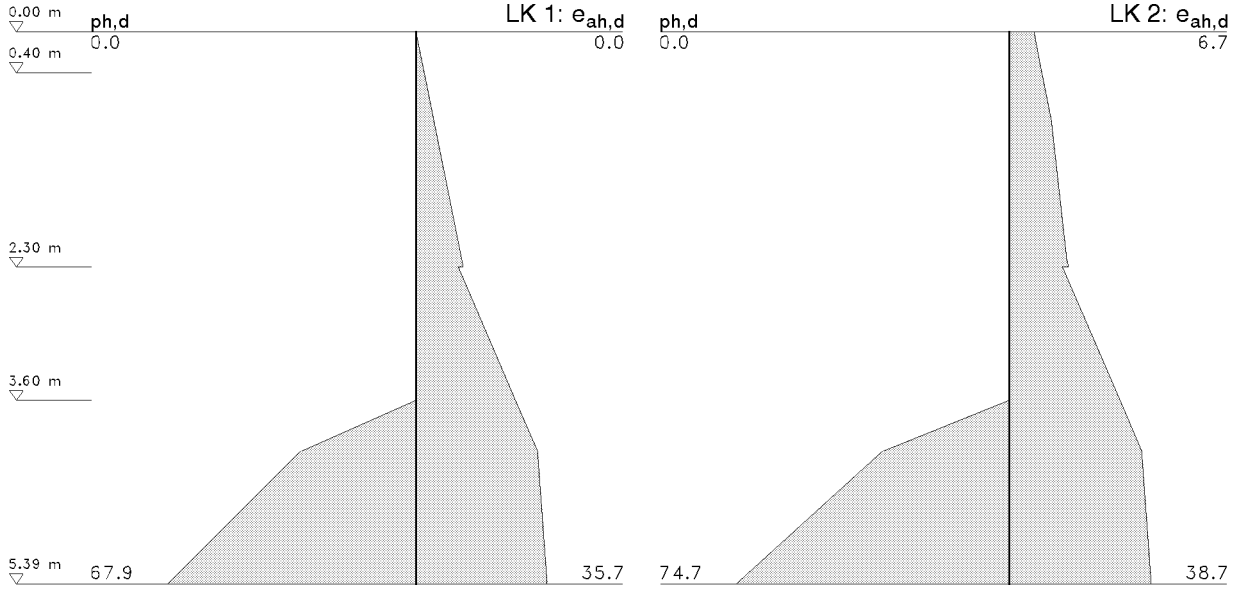
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.63 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.10. Nachweis gegen Versinken der Bauteile gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

2.10.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+1.2·Lf2

2.10.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.10.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 81.94 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	31.63	-12.56	34.03
5.39	67.95	-26.99	73.11

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 72.23 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -28.69 kN/m
Erddruckkraft	E = 77.72 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 1, Aktivseite

z m	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.39	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.35 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.10.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 90.05 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.76	-13.81	37.40
5.39	74.67	-29.67	80.35

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 79.38 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -31.54 kN/m
Erddruckkraft	E = 85.41 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	6.71	2.44	7.14
0.40	8.94	3.25	9.51
0.87	11.54	4.20	12.29
2.22	15.77	5.74	16.78
2.30	16.20	5.90	17.24

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
2.30	14.54	5.78	15.64
3.60	30.14	6.81	30.90
4.10	36.15	7.21	36.86
5.39	38.74	8.24	39.60

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 121.65 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 31.73 kN/m
Erddruckkraft	E = 125.73 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.43 m

2.10.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	1.00	30.00	27.25	15.73	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	1.00	30.00	42.27	24.40	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	0.01	0.00	-0.00

2.10.5.1. Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

Nachweis erfolgt entsprechend EAB 2006, EB 85

Wandeigengewicht G = 5.82 kN/m, χ = 0.55 $\Rightarrow$ A_b = 0.55 * 0.31 = 0.171 m²/m

Spitzenwiderstand $R_{1b,k}$ = - A_b * $q_{b,k}$ = 0.171 * 819.179 = -139.67 kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand γ_b = 1.40, $\gamma_{R,c}$ = 1.30

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣP_v kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$E_{pv,k}$ kN/m	ΣV_d kN/m	ΣR_d kN/m	u -
1	23.35	0.00	15.73	-28.69	44.90	121.84	0.37
2	31.73	0.00	24.40	-31.54	61.96	124.02	0.50

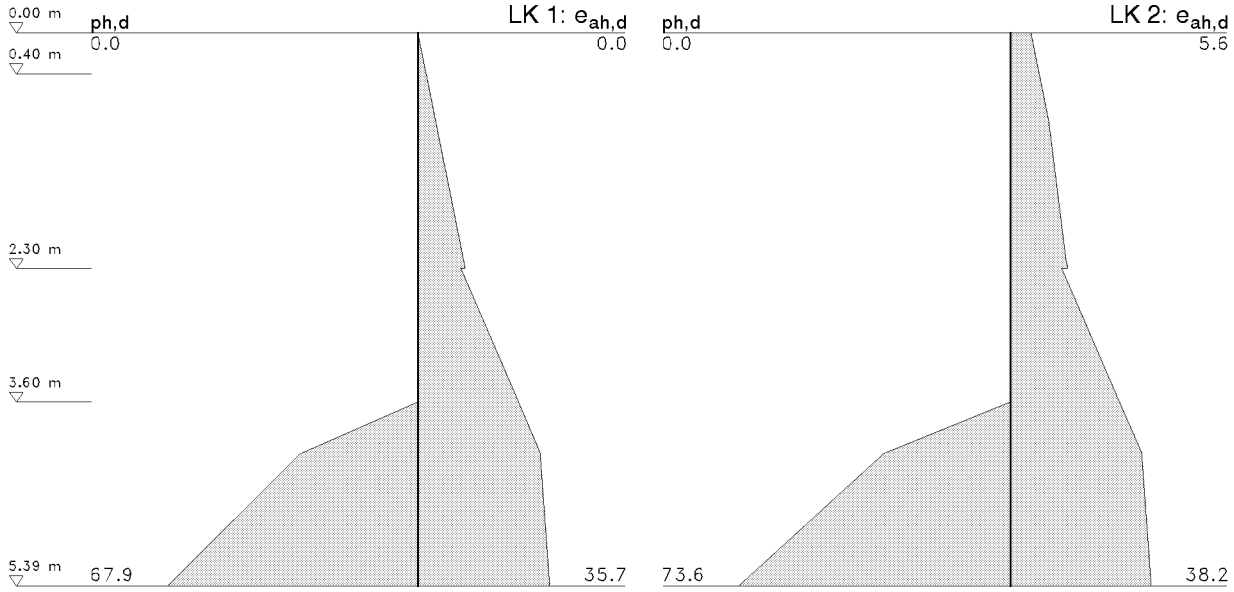
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.50 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.11. Nachweis der Verformungen

2.11.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.11.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.11.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 58.53 mobilisert

z	eph	epv	epres
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	31.63	-12.57	34.03
5.39	67.95	-26.99	73.11

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 72.23 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -28.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 77.72 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 1, Aktivseite

z	eah	eav	eares
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.39	35.73	7.04	36.42

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 99.47 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.35 kN/m
Erddruckkraft	E = 102.17 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.71 m

2.11.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 63.36 mobilisert

z	eph	epv	epres
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.24	-13.60	36.84
5.39	73.56	-29.23	79.16

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 78.20 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -31.07 kN/m
Erddruckkraft	E = 84.14 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.73 m

LK 2, Aktivseite

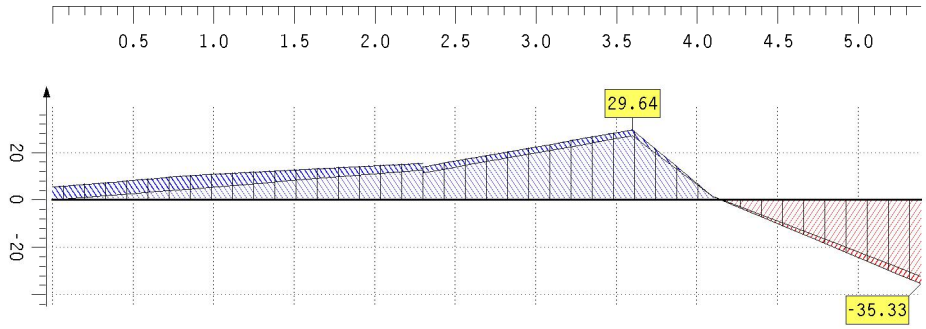
z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	5.59	2.03	5.95
0.40	7.82	2.85	8.32
0.87	10.43	3.80	11.10
2.22	15.21	5.54	16.19
2.30	15.65	5.69	16.65
2.30	14.04	5.58	15.10
3.60	29.64	6.61	30.37
4.10	35.65	7.01	36.33
5.39	38.24	8.04	39.07

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 117.96 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 30.34 kN/m
Erddruckkraft E = 121.79 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.47 m

2.11.5. Auflagerreaktionen

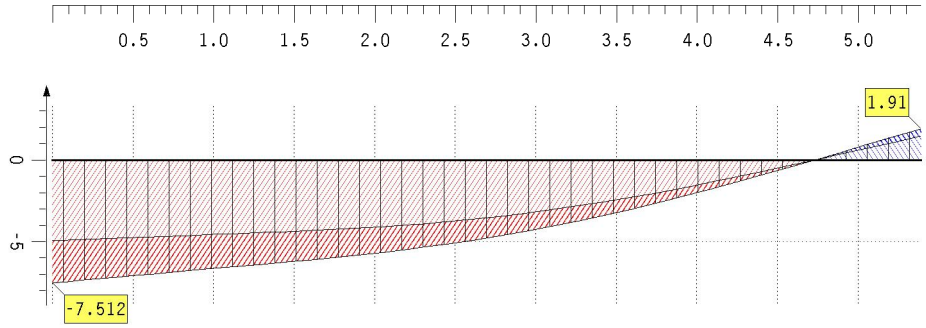
LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	1.00	30.00	27.25	15.73	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	-0.00	0.00
2		Verpressanker	1.00	30.00	39.77	22.96	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.73	0.00	-0.01	-0.00	0.00

extremaler Erddruck



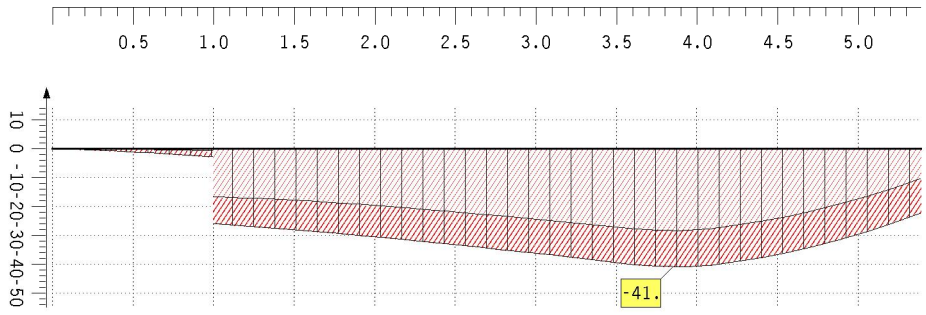
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -35.33
Max: 29.64

extremale Verformungen



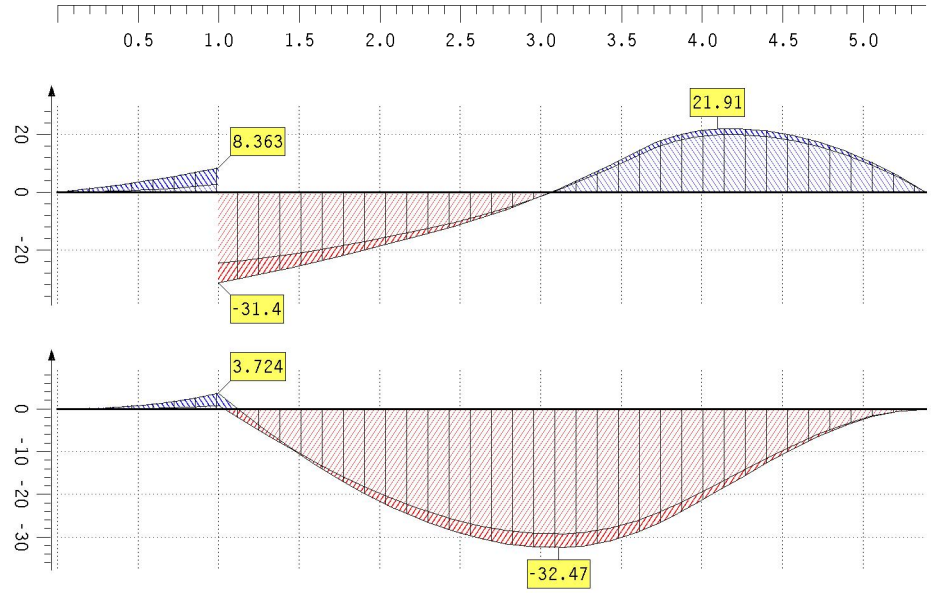
Durchbiegung
w in mm
Min: -7.51
Max: 1.91

extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -41.00
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen



Querkraft
V in kN/m
Min: -31.40
Max: 21.91

Moment
M in kNm/m
Min: -32.47
Max: 3.72

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m
1.000	Min	27.25	15.73	-0.00	5.226	Min	-0.00	0.00	0.00
	Max	39.77	22.96	0.00		Max	-0.00	0.00	0.00
4.727	Min	-0.01	-0.00	0.00	5.392	Min	0.00	-22.23	0.00
	Max	-0.01	-0.00	0.00		Max	0.00	-10.38	0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m
1.000	Min	27.25	15.73	5.226	Min	-0.00	0.00
	Max	39.77	22.96		Max	-0.00	0.00
4.727	Min	-0.01	-0.00	5.392	Min	0.00	-22.23
	Max	-0.01	-0.00		Max	0.00	-10.38

2.11.6. Nachweis der Verformungen

Maximale Durchbiegung w_{max} = 7.51 mm ≤ w_{zul} = 25.00 mm bei z = 0.00 m => **Nachweis erfüllt**

3. Zusammenfassung aller Nachweise

Aushub Nachweis/Ausnutzung	A1 -	Aushub Nachweis/Ausnutzung	A1 -
Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1	0.133	Nachweis gegen Versinken	0.500
Nachweis des Erdwiderlagers	0.995	Nachweis der Verformungen	0.300
Nachweis der Vertikalkomponente	0.631		

Literatur und Normen:

[1] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010
[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, August 2017

Pos. 1 Spundwand (Detailbetrachtung Pratzenlast)

Alle Angaben beziehen sich auf einen Meter laufende Wand

1. Eingabedaten für Spundwand DIN EN 1997-1 und DIN EN 1993-1

Erdwiderstand nach Sokolovsky/Pregl bei $\varphi \geq 30°$
Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00
Bemessung mit überlagertem mobilisiertem Erdwiderstand
Mindesterddruckbeiwert vorgeben mit $k_{gh\ min} = 0.00$
Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3\ \varphi$, Passivseite $\delta = -2/3\ \varphi$
Theoretischer Fußpunkt bei: $z_0 = 5.42$ m, theoretische Einbindetiefe $t_1 = 1.82$
Rammtiefenzuschlag = 0.650 $t_1 = 1.18$ m

1.1. Statische Werte für Spundwand: Larssen 603 (pro lfd. m), S 270 GP

A	I_y	W_y	$A_{Querkraft}$	Höhe	G
cm^2/m	cm^4/m	cm^3/m	cm^2/m	mm	KG/m^2
138.30	18600.00	1200.00	39.72	310.0	108.00

1.2. Bodenparameter

Nr	Name	h	z	φ	γ	γ'	C	δ_a	δ_p	K_{ah}	K_{ph}	K_{ch}
		m	m	°	kN/m^3	kN/m^3	kN/m^2	°	°	-	-	-
1	Oberbau	0.40	0.40	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
2	Sans/Kies	1.90	2.30	30.00	20.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
3	Sand	5.70	8.00	32.50	18.00	8.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto
4	Ton	∞	∞	22.50	20.00	10.00	10.00	auto	auto	auto	auto	auto

1.3. Einwirkungsstruktur

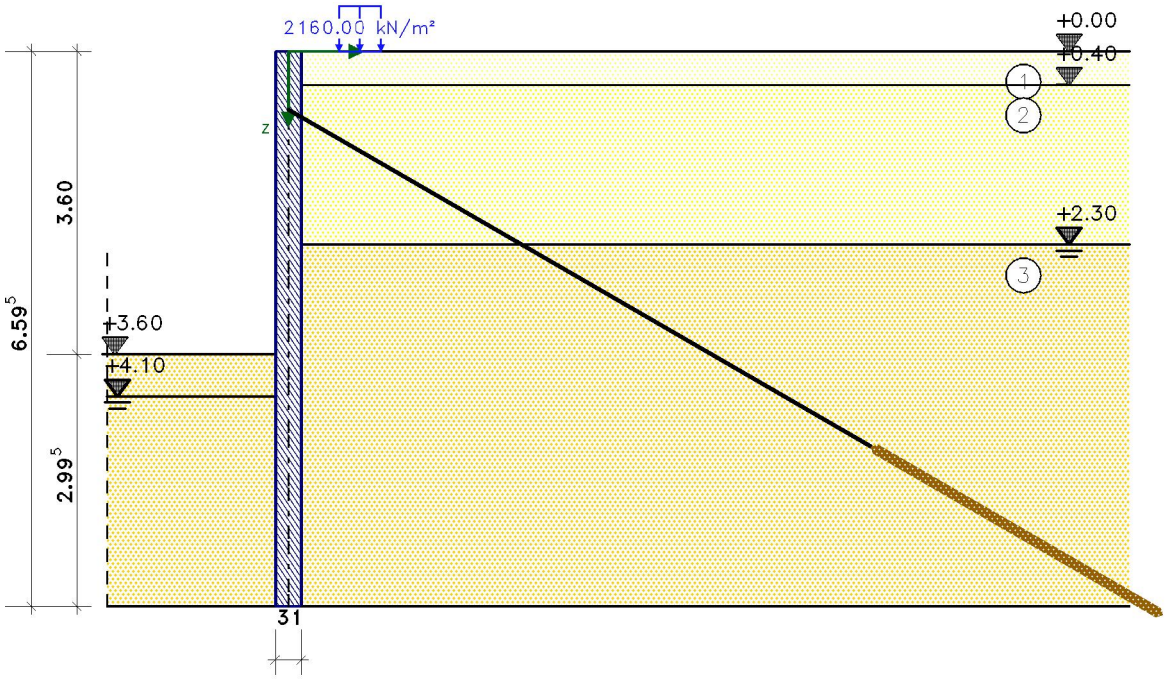
Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung | Lastfallordner | Lastfall | Imperfektionsfälle

1: ständige Lasten	**ständige Lasten**
1: Boden	additiv
2: Verkehr	**sonstige veränderliche Einwirkungen**
2: Verkehrslast	additiv

2. Aushubzustand 1: A1

2.1. Systemplot Maßstab 1:90



2.2. Angaben zum Aushubzustand

Berechnung erfolgt in BS-T
Grundwasserstand erdseitig: z = 2.30 m, luftseitig: z = 4.10 m
Aushubtiefe vor der Wand: z = 3.60 m
Fußlagerung: Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen, Einspanngrad = 0.00
Theoretischer Fußpunkt bei: z_0 = 5.42 m, theoretische Einbindetiefe t_1 = 1.82
Rammtiefenzuschlag = 0.650 t_1 = 1.18 m
Fußpunkt bei: z_F = 3.60 + 1.82 + 1.18 = 6.60 m
Bemessungserddruck: Aktiver Erddruck E_a
Erddruckumlagerung Rechteck

2.3. Anker

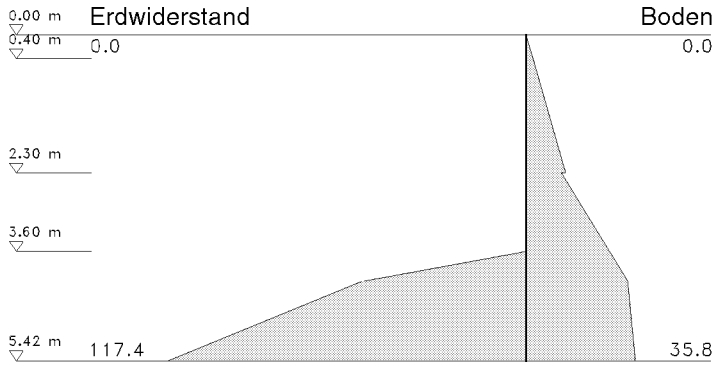
Name	Typ	z m	α °	l_k m	l_r m	P KN	Abstand m
	Verpressanker	0.70	30.00	8.00	4.00	0.00	2.40

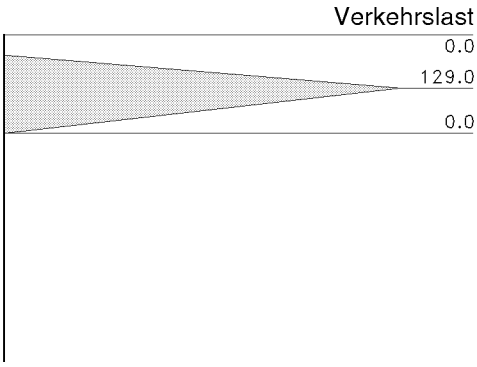
2.4. Flächenlasten

Nr -	Lastfall	Ort	y_A m	Δz m	l m	b m	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
2	Verkehrslast	Wandkopf	0.60	0.00	0.50	0.50	2160.00	0.00	T/s

T = Trapezförmig, R = Rechteckförmig, E = gemäß EAB 2006 EB 7-1a, s = schichtweise, m = mitteln

2.5. Charakteristische horizontale Erddrucklasten





2.6. Charakteristische Erddrucklasten

Erdwiderstand

z m	Σ(γ·h) kN/m²	Kpgh -	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
4.10	9.00	6.004	54.04	-21.47	58.15
5.42	19.56	6.004	117.43	-46.65	126.35

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 126.64 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -50.31 kN/m
Erddruckkraft E = 136.27 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.74 m

Boden

z m	Σ(γ·h) kN/m²	Kagh -	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.279	0.00	0.00	0.00
0.40	8.00	0.279	2.24	0.81	2.38
2.30	46.00	0.279	12.85	4.68	13.68
2.30	46.00	0.251	11.53	4.58	12.41
3.60	56.40	0.251	27.14	5.62	27.71
4.10	60.40	0.251	33.14	6.01	33.68
5.42	70.96	0.251	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.72 m

Verkehrslast

z m	p(z) kN/m²	Kaph -	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
0.35	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
0.40	30.78	0.414	12.74	4.64	13.56
0.89	311.67	0.414	129.02	46.96	137.30
1.63	0.00	0.414	0.00	0.00	0.00

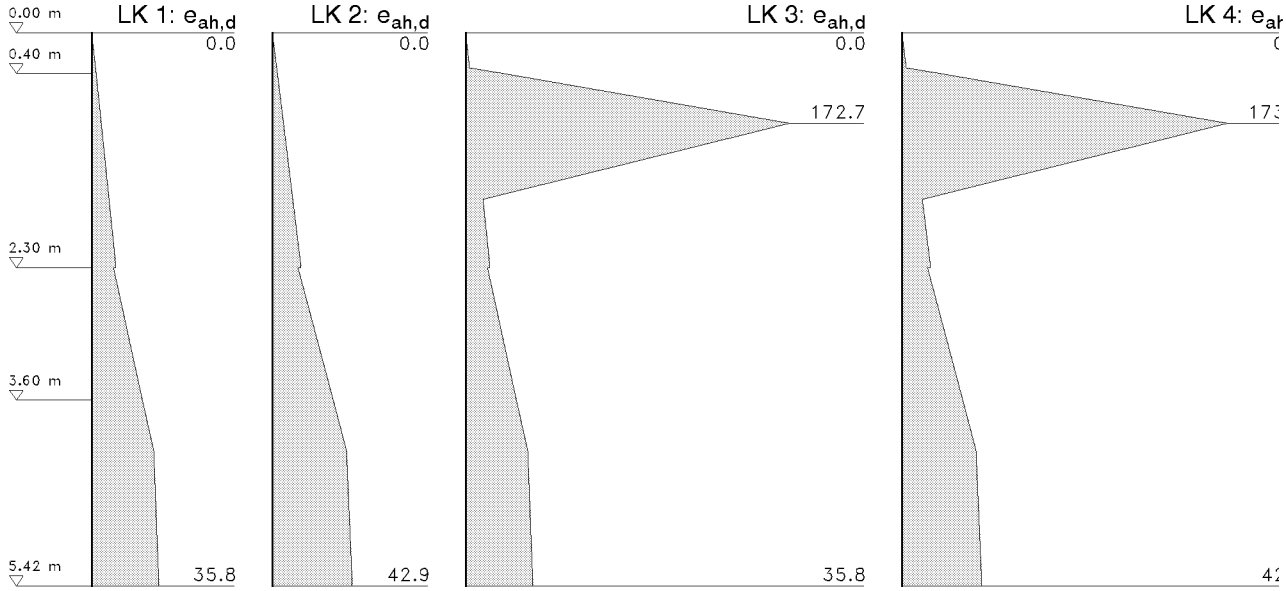
Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 82.79 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 30.13 kN/m
Erddruckkraft E = 88.10 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 0.96 m

2.7. Stahlnachweis

2.7.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.7.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (aktiv)



2.7.3. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 1, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	27.14	5.62	27.71
0.40	2.24	0.81	2.38	4.10	33.14	6.01	33.68
2.30	12.85	4.68	13.68	5.42	35.78	7.07	36.48
2.30	11.53	4.58	12.41				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft	E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.7.4. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 2, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	32.56	6.74	33.25
0.40	2.68	0.98	2.85	4.10	39.77	7.22	40.42
2.30	15.42	5.61	16.41	5.42	42.94	8.48	43.77
2.30	13.84	5.50	14.89				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 120.55 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 28.25 kN/m
Erddruckkraft	E = 123.81 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.7.5. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 3, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.85	4.68	13.68
0.35	1.94	0.70	2.06	2.30	11.53	4.58	12.41
0.40	18.80	6.84	20.01	3.60	27.14	5.62	27.71
0.89	172.69	62.85	183.77	4.10	33.14	6.01	33.68
1.63	9.11	3.31	9.69	5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 208.08 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 62.72 kN/m
Erddruckkraft	E = 217.33 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.29 m

2.7.6. Überlagerte Erddrucklasten (aktiv)

LK 4, Aktivseite

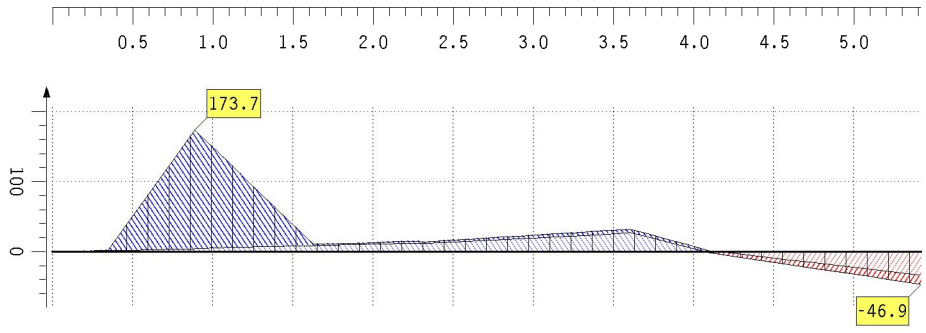
z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	15.42	5.61	16.41
0.35	2.32	0.85	2.47	2.30	13.84	5.50	14.89
0.40	19.25	7.01	20.48	3.60	32.56	6.74	33.25
0.89	173.68	63.21	184.83	4.10	39.77	7.22	40.42
1.63	10.93	3.98	11.63	5.42	42.94	8.48	43.77

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 228.17 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 67.43 kN/m
Erddruckkraft	E = 237.93 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.42 m

2.7.7. Auflagerreaktionen

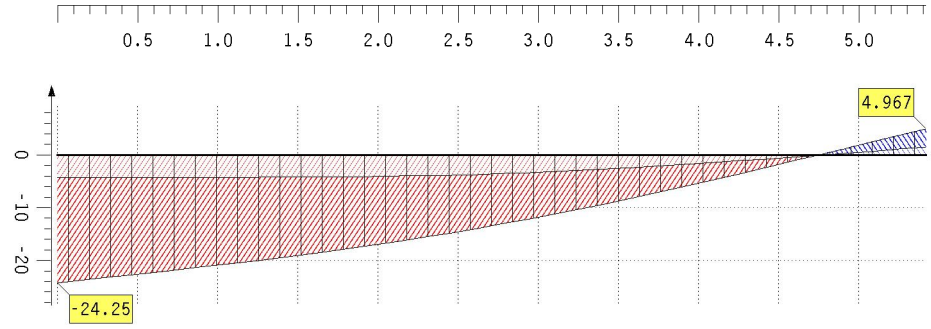
LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	25.37	14.65	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	-0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	30.45	17.58	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	0.01	0.00	0.00
3		Verpressanker	0.70	30.00	126.21	72.87	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	0.00
4		Verpressanker	0.70	30.00	131.29	75.80	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	-0.00

extremaler Erddruck



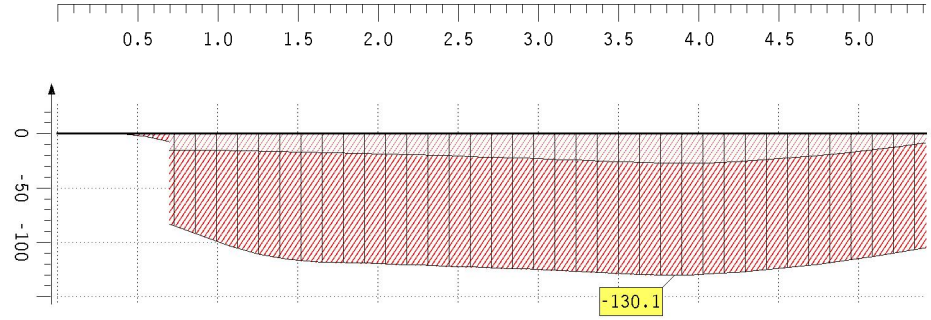
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -46.90
Max: 173.68

extremale Verformungen

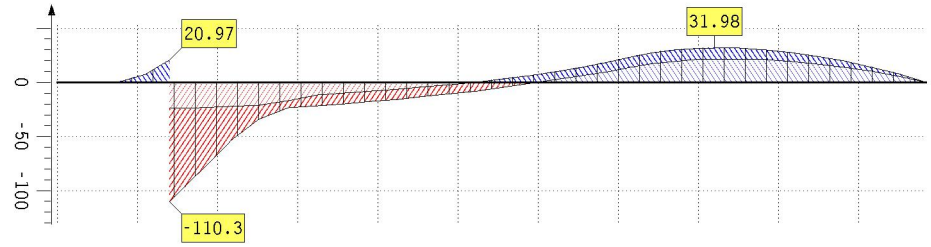


Durchbiegung
w in mm
Min: -24.25
Max: 4.97

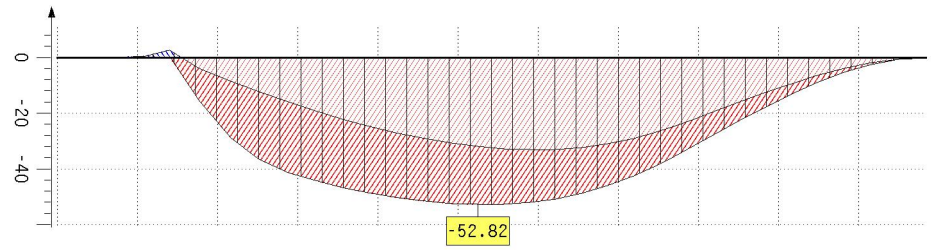
extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -130.07
Max: 0.00

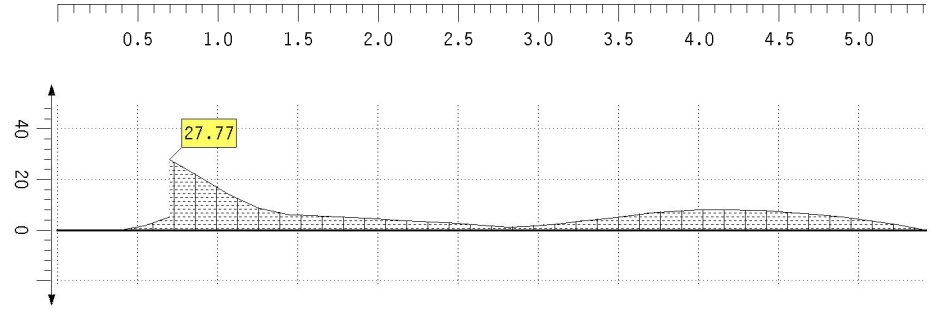


Querkraft
V in kN/m
Min: -110.32
Max: 31.98



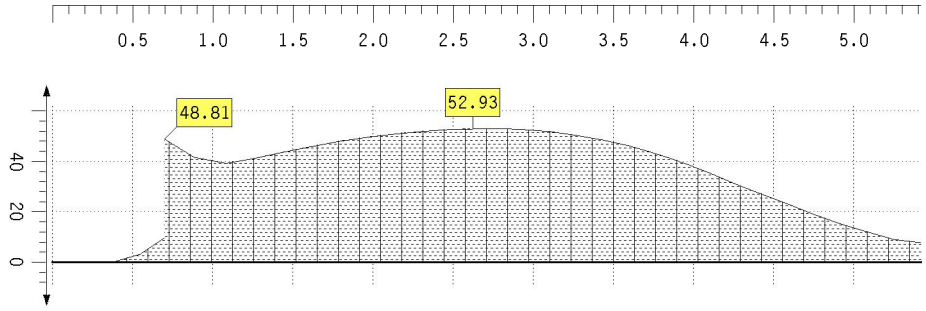
Moment
M in kNm/m
Min: -52.82
Max: 2.66

Stahlnachweisergebnisse

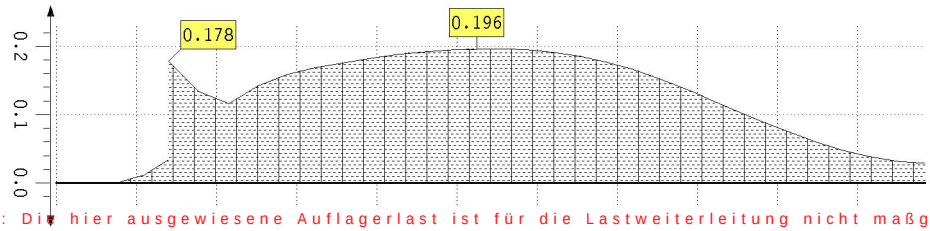


Schubspannung
τ in MN/m²
Max: 27.77

Stahlnachweisergebnisse



Vergleichsspannung
σ_v in MN/m²
Max: 52.93



Ausnutzung
Max: 0.20

Hinweis: Die hier ausgewiesene Auflagerlast ist für die Lastweiterleitung nicht maßgebend, da der Ankerabstand 2,4 m beträgt und die rechn. Einwirkungslänge der Pratzenlast lediglich 50+2x60 = 1,70 m beträgt. Maßgebend für die Lastweiterleitung sind die Auflagerlasten d. maßgebenden Systems mit der Ersatzsflächenlast.
VG: (1,7*131,29 + 0,7*25,37)/2,4 = 100,4 kN/m < 108,5 kN/m

Stahlnachweisergebnisse

Z m	min σ_x MN/m²	max σ_x MN/m²	τ MN/m²	σ_v MN/m²	σ_{el} MN/m²	$U_{\sigma,el}$ -	0-0 -	--0 -	U -
0.000	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	----	----	0.000
0.700	-2.77	1.67	5.28	9.55	9.14	0.034	----	----	0.034
0.700	-8.25	-0.83	27.77	48.81	48.11	0.178	----	----	0.178
1.074	-31.20	16.21	13.78	39.29	31.20	0.116	----	----	0.116
1.445	-42.95	26.16	5.90	43.87	42.95	0.159	----	----	0.159
2.625	-52.93	35.11	1.88	52.93	52.93	0.196	----	----	0.196
3.275	-49.77	31.37	3.63	50.17	49.77	0.184	----	----	0.184
4.100	-32.38	17.03	8.05	35.25	32.38	0.120	----	----	0.120
4.913	-12.84	2.25	4.87	15.36	12.84	0.048	----	----	0.048
5.420	-7.57	-0.60	0.00	7.57	7.57	0.028	----	----	0.028
Minimum	**-52.93**	**-0.83**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**
Maximum	**-0.00**	**35.11**	**27.77**	**52.93**	**52.93**	**0.196**	**0.000**	**0.000**	**0.196**

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	AMX kNm/m
0.700	Min	25.37	14.65	-0.00	5.251	Min	-0.00	0.00	-0.00
	Max	131.29	75.80	0.00		Max	-0.00	0.00	0.00
4.744	Min	-0.01	-0.00	-0.00	5.420	Min	-0.00	-104.73	-0.00
	Max	0.01	0.00	0.00		Max	0.00	-8.36	0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m	Z m	Typ	APY kN/m	APZ kN/m
0.700	Min	25.37	14.65	5.251	Min	-0.00	0.00
	Max	131.29	75.80		Max	-0.00	0.00
4.744	Min	-0.01	-0.00	5.420	Min	-0.00	-104.73
	Max	0.01	0.00		Max	0.00	-8.36

Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.20 ≤ 1 bei z = 2.63 m => **Nachweis erfüllt**

2.8. Nachweis des Erdwiderlagers gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.5)

2.8.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	1.2·Lf1
3	BS-T	Lf1+1.3·Lf2
4	BS-T	1.2·Lf1+1.3·Lf2

2.8.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)

2.8.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.42	90.33	-35.88	97.19

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 97.42 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -38.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 104.82 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft	E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.8.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.42	90.33	-35.88	97.19

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 97.42 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -38.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 104.82 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.68	0.98	2.85
2.30	15.42	5.61	16.41
2.30	13.84	5.50	14.89
3.60	32.56	6.74	33.25
4.10	39.77	7.22	40.42
5.42	42.94	8.48	43.77

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 120.55 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 28.25 kN/m
Erddruckkraft	E = 123.81 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.8.5. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 3, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.42	90.33	-35.88	97.19

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 97.42 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -38.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 104.82 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 3, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.85	4.68	13.68
0.35	1.94	0.70	2.06	2.30	11.53	4.58	12.41
0.40	18.80	6.84	20.01	3.60	27.14	5.62	27.71
0.89	172.69	62.85	183.77	4.10	33.14	6.01	33.68
1.63	9.11	3.31	9.69	5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 208.08 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 62.72 kN/m
Erddruckkraft	E = 217.33 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.29 m

2.8.6. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 4, Passivseite

Erdwiderstand zu 100.00 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	41.57	-16.51	44.73
5.42	90.33	-35.88	97.19

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 97.42 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -38.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 104.82 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 4, Aktivseite

z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}	z	e_{ah}	e_{av}	e_{ares}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²	m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	15.42	5.61	16.41
0.35	2.32	0.85	2.47	2.30	13.84	5.50	14.89
0.40	19.25	7.01	20.48	3.60	32.56	6.74	33.25
0.89	173.68	63.21	184.83	4.10	39.77	7.22	40.42
1.63	10.93	3.98	11.63	5.42	42.94	8.48	43.77

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 228.17 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 67.43 kN/m
Erddruckkraft	E = 237.93 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.42 m

2.8.7. Auflagerreaktionen

LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	25.37	14.65	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-22.33	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	30.45	17.58	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-7.32	0.00	0.00
3		Verpressanker	0.70	30.00	126.21	72.87	0.00
3	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-15.54	0.00	0.00

LK	Name	Typ	z	α	V_y	V_z	M_x
-			m	°	KN/m	KN/m	KNm/m
4		Verpressanker	0.70	30.00	131.29	75.80	0.00
4	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.53	0.00	0.00

2.8.8. Nachweis des Erdwiderlagers (Horizontalkräfte)

mit $\gamma_{ep} = 1.30$

LK	E_a	$C_{h,d}$	ΣH_{Anker}	$E_a - \Sigma H_{Anker} - \Sigma H_{Lager} + C_{h,d}$	zul E_p	u
	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	-
1	100.46	-0.00	25.37	75.08	97.42	0.77
2	120.55	-0.00	30.45	90.10	97.42	0.92
3	208.08	-0.00	126.21	81.87	97.42	0.84
4	228.17	-0.00	131.29	96.89	97.42	0.99

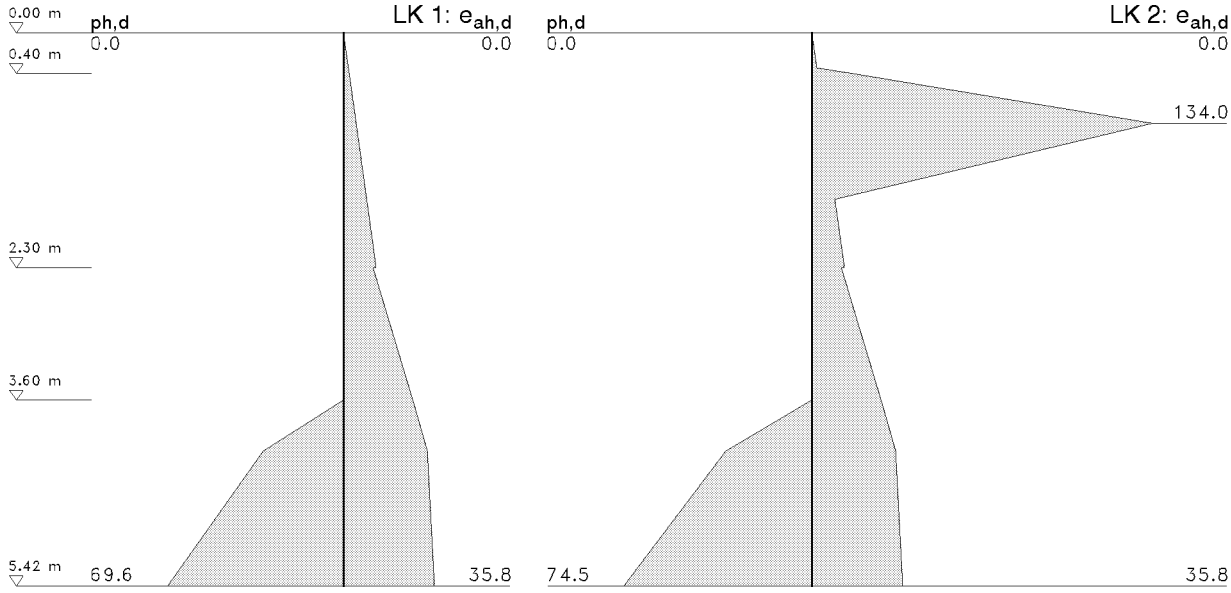
Maximale Ausnutzung $u_{max} = 0.99 \leq 1$ => **Nachweis erfüllt**

2.9. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.8)

2.9.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.9.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.9.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 59.30 mobilisert

z	e_{ph}	e_{pv}	e_{pres}
m	kN/m²	kN/m²	kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	32.04	-12.73	34.48
5.42	69.63	-27.66	74.92

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 75.09 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -29.83 kN/m
Erddruckkraft	E = 80.80 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 1, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 3.72 m

2.9.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 63.42 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.27	-13.61	36.88
5.42	74.47	-29.58	80.13

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 80.31 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = -31.91 kN/m
Erddruckkraft E = 86.42 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 4.74 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	1.94	0.70	2.06
0.40	14.98	5.45	15.94
0.89	133.98	48.77	142.58
1.63	9.11	3.31	9.69
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft E_h = 183.25 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft E_v = 53.68 kN/m
Erddruckkraft E = 190.95 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft z_E = 2.47 m

2.9.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	25.37	14.65	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	-0.00	-0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	102.94	59.43	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	0.00

2.9.6. Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft

Wandeigengewicht G = 7.12 KN/m, $\delta_{p,k,Fuß}$ = 21.67, $\delta_{c,k,Fuß}$ = 10.83

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$B_{v,k}$ kN/m	ΣV kN/m	u -
1	23.54	14.65	29.83	45.32	0.66
2	53.68	59.43	31.91	120.23	0.27

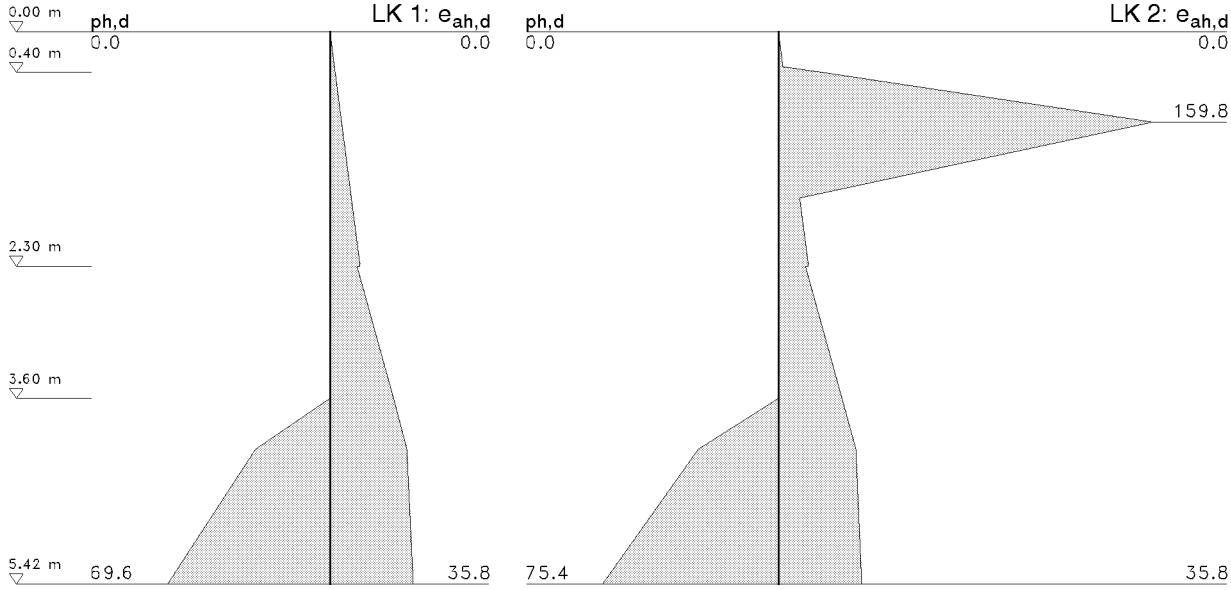
Maximale Ausnutzung u_{max} = 0.66 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.10. Nachweis gegen Versinken der Bauteile gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

2.10.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+1.2·Lf2

2.10.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.10.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 83.01 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	32.04	-12.73	34.48
5.42	69.63	-27.66	74.92

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 75.09 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -29.83 kN/m
Erddruckkraft	E = 80.80 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 1, Aktivseite

z m	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft	E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.10.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 89.94 mobilisert

z m	e_{ph} kN/m²	e_{pv} kN/m²	e_{pres} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.72	-13.79	37.36
5.42	75.44	-29.97	81.17

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 81.36 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -32.32 kN/m
Erddruckkraft	E = 87.54 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 2, Aktivseite

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	1.94	0.70	2.06
0.40	17.53	6.38	18.65
0.89	159.79	58.16	170.04
1.63	9.11	3.31	9.69

z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 199.80 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 59.70 kN/m
Erddruckkraft	E = 208.53 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.35 m

2.10.5. Auflagerreaktionen

LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	25.37	14.65	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	118.45	68.39	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	-0.00

2.10.5.1. Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)

Nachweis erfolgt entsprechend EAB 2006, EB 85

Wandeigengewicht G = 5.85 kN/m, χ = 0.55 $\Rightarrow$ A_b = 0.55 * 0.31 = 0.171 m²/m

Spitzenwiderstand $R_{1b,k}$ = - A_b * $q_{b,k}$ = 0.171 * 899.497 = -153.36 kN/m

Teilsicherheitsbeiwerte für den Widerstand γ_b = 1.40, $\gamma_{R,c}$ = 1.30

LK	$E_{av,k}$ kN/m	ΣP_v kN/m	ΣV_{Anker} kN/m	$E_{pv,k}$ kN/m	ΣV_d kN/m	ΣR_d kN/m	u -
1	23.54	-0.00	14.65	-29.83	44.05	132.49	0.33
2	59.70	-0.00	68.39	-32.32	133.95	134.41	1.00

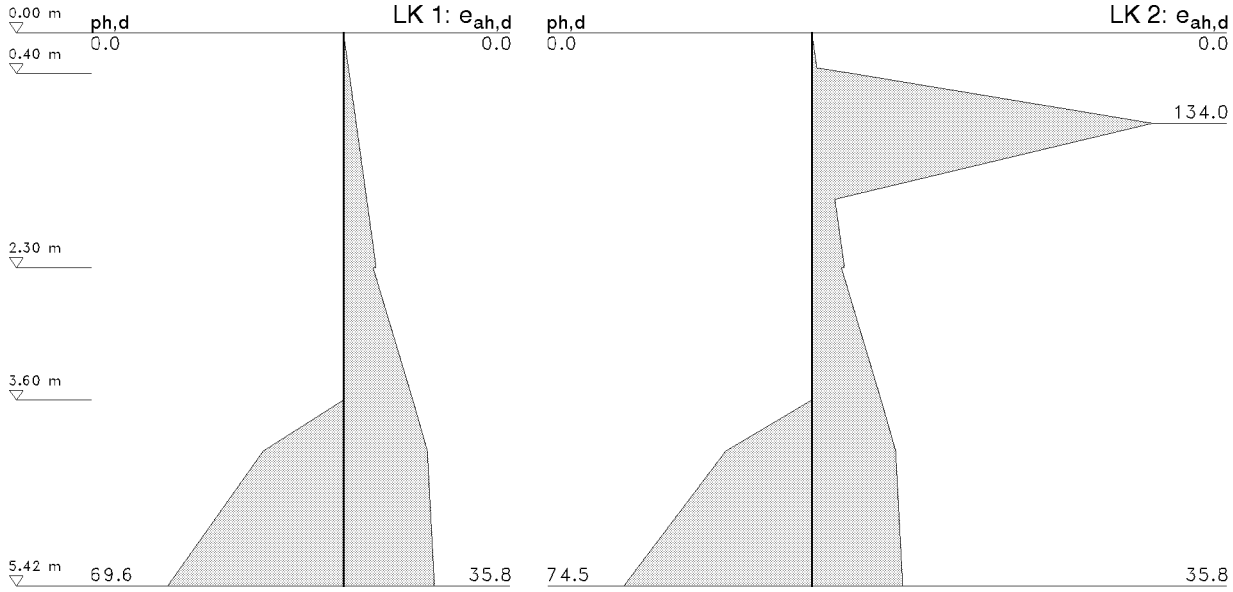
Maximale Ausnutzung u_{max} = 1.00 ≤ 1 => **Nachweis erfüllt**

2.11. Nachweis der Verformungen

2.11.1. Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

LK	Bemessungssit.	Faktorisierung
1	BS-T	Lf1
2	BS-T	Lf1+Lf2

2.11.2. Überlagerte horizontale Erddrucklasten (passiv/aktiv)



2.11.3. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 1, Passivseite

Erdwiderstand zu 59.30 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	32.04	-12.73	34.48
5.42	69.63	-27.66	74.92

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 75.09 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -29.83 kN/m
Erddruckkraft	E = 80.80 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 1, Aktivseite

z m	eah kN/m²	eav kN/m²	eares kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	2.24	0.81	2.38
2.30	12.85	4.68	13.68
2.30	11.53	4.58	12.41
3.60	27.14	5.62	27.71
4.10	33.14	6.01	33.68
5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 100.46 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 23.54 kN/m
Erddruckkraft	E = 103.18 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 3.72 m

2.11.4. Überlagerte Erddrucklasten (passiv/aktiv)

LK 2, Passivseite

Erdwiderstand zu 63.42 mobilisert

z m	eph kN/m²	epv kN/m²	epres kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00
3.60	0.00	0.00	0.00
4.10	34.27	-13.61	36.88
5.42	74.47	-29.58	80.13

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 80.31 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = -31.91 kN/m
Erddruckkraft	E = 86.42 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 4.74 m

LK 2, Aktivseite

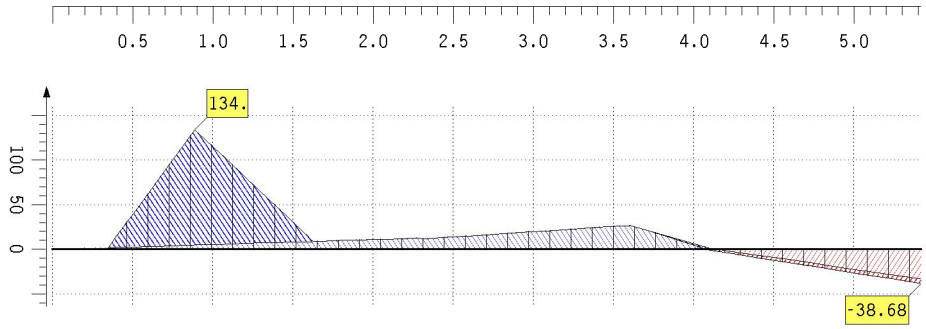
z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²	z m	e_{ah} kN/m²	e_{av} kN/m²	e_{ares} kN/m²
0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	12.85	4.68	13.68
0.35	1.94	0.70	2.06	2.30	11.53	4.58	12.41
0.40	14.98	5.45	15.94	3.60	27.14	5.62	27.71
0.89	133.98	48.77	142.58	4.10	33.14	6.01	33.68
1.63	9.11	3.31	9.69	5.42	35.78	7.07	36.48

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	E_h = 183.25 kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	E_v = 53.68 kN/m
Erddruckkraft	E = 190.95 kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	z_E = 2.47 m

2.11.5. Auflagerreaktionen

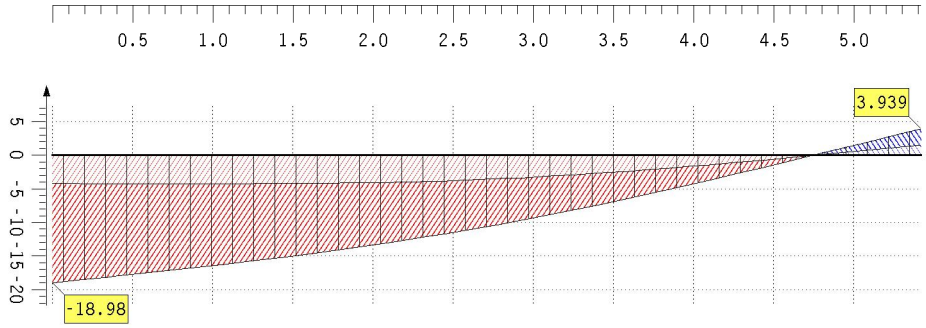
LK -	Name	Typ	z m	α °	V_y KN/m	V_z KN/m	M_x KNm/m
1		Verpressanker	0.70	30.00	25.37	14.65	0.00
1	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	-0.00	-0.00
2		Verpressanker	0.70	30.00	102.94	59.43	0.00
2	Fußauflager	Einspanngrad = 0.00	4.74	0.00	-0.01	0.00	0.00

extremaler Erddruck



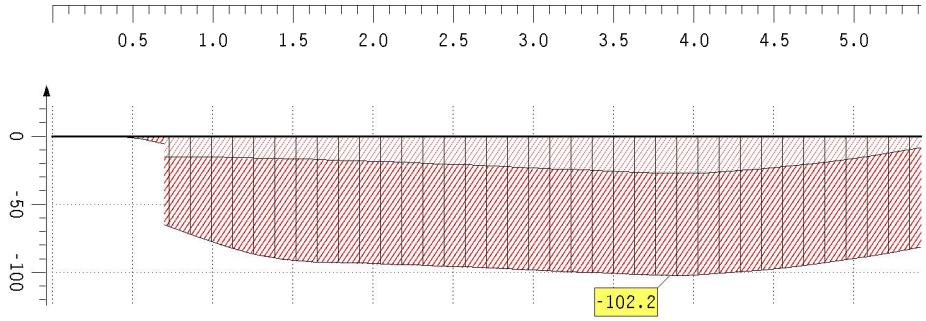
horizontaler Erddruck
e_{ah} in kN/m²
Min: -38.68
Max: 133.98

extremale Verformungen



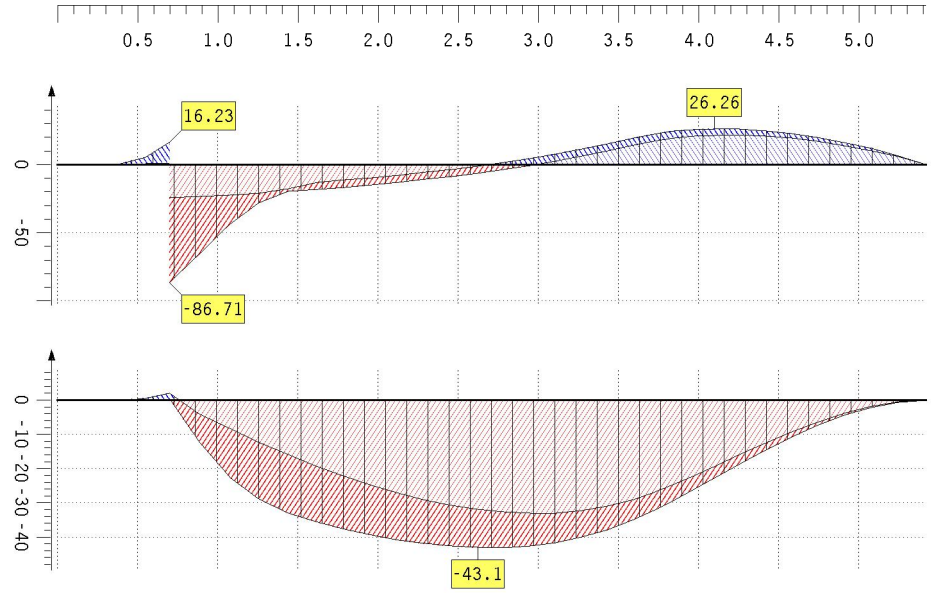
Durchbiegung
w in mm
Min: -18.98
Max: 3.94

extremale Schnittgrößen



Normalkraft
N in kN/m
Min: -102.15
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen



Querkraft
V in kN/m
Min: -86.71
Max: 26.26

Moment
M in kNm/m
Min: -43.10
Max: 2.07

Lagerreaktionen (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	AMX	Z	Typ	APY	APZ	AMX
m		kN/m	kN/m	kNm/m	m		kN/m	kN/m	kNm/m
0.700	Min	25.37	14.65	-0.00	5.251	Min	-0.00	0.00	-0.00
	Max	102.94	59.43	0.00		Max	-0.00	0.00	-0.00
4.744	Min	-0.01	-0.00	-0.00	5.420	Min	-0.00	-81.20	-0.00
	Max	-0.01	0.00	0.00		Max	-0.00	-8.36	-0.00

Lagerkräfte der Punkte (γ_F-fach)

Z	Typ	APY	APZ	Z	Typ	APY	APZ
m		kN/m	kN/m	m		kN/m	kN/m
0.700	Min	25.37	14.65	5.251	Min	-0.00	0.00
	Max	102.94	59.43		Max	-0.00	0.00
4.744	Min	-0.01	-0.00	5.420	Min	-0.00	-81.20
	Max	-0.01	0.00		Max	-0.00	-8.36

2.11.6. Nachweis der Verformungen

Maximale Durchbiegung w_{max} = 18.98 mm ≤ w_{zul} = 25.00 mm bei z = 0.00 m => **Nachweis erfüllt**

3. Zusammenfassung aller Nachweise

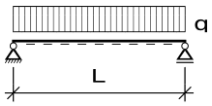
Aushub	A1	Aushub	A1
Nachweis/Ausnutzung	-	Nachweis/Ausnutzung	-
Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1	0.196	Nachweis gegen Versinken	0.997
Nachweis des Erdwiderlagers	0.995	Nachweis der Verformungen	0.759
Nachweis der Vertikalkomponente	0.658		

Literatur und Normen:

[1] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, August 2017
[2] DIN 4085: Baugrund, Berechnung des Erddrucks, Mai 2011

Pos. 2 umlaufende Gurtung

System:



Idealisiertes System: Einfeldträger; reales System: Durchlaufträger
L ≤ 2,4 m

Belastung:

Aus Pos. 1:108,5/1,35 $q_{Ed} \leq$ 80,3 kN/m

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe

gewählt:

Stahlprofil am Spundwandkopf (umlaufend)
2x U200 S235 (horizontal liegend)

Alternativ kann ein statisch gleichwertiges Profil verwendet werden.

Abstand von 0,70 m zum Spundwandkopf/erds. Baugrund (Grubenseiten Süd und West) bzw. 1,00 m zum Spundwandkopf/erds. Baugrund (Grubenseite Ost), vgl. Positionsübersicht

Die Gurtung wird an der Spundwand im Abstand 2,4 m an jeder zweiten Hochsicke mit Knaggen lagegesichert und mit Rippen/Stahlblechen verstärkt, s. Abbildung 1. Es wird empfohlen die Ausbildung gem. Abbildung 1+2 an jeder Hochsicke vorzusehen, sodass auf der Baustelle der Ankerabstand je nach örtlicher Gegebenheit auf 1,2 m reduziert werden kann.

Über die Gurtung wird die Spundwand rückverankert, vgl. Pos. 3. Die Anker werden dabei in jeder zweiten Hochsicke im Bereich der Knaggen, vgl. Abb. 1+2, ausgeführt.

Nachweis Knagge:

Med = 108,5*tan(30)*0,20	M_{Ed} =	30,0 kN/m
w = 25²*1,2/6	w =	125 cm³
σed = M/(2x)w	σ_{Ed} =	12 kN/cm²
eta = Ed/23,5	eta =	0,51 < 1,00

Nachweis Schweißnaht:

Fwed = √((0,25*M/25²/6)²+(0,25*108,5*tan(30)/25)²)	Fw_{Ed} =	7,35 kN/cm
Fwrd =	Fw_{rd} =	10,39 kN/cm
eta = Ed/Rd	eta =	0,71 < 1,00

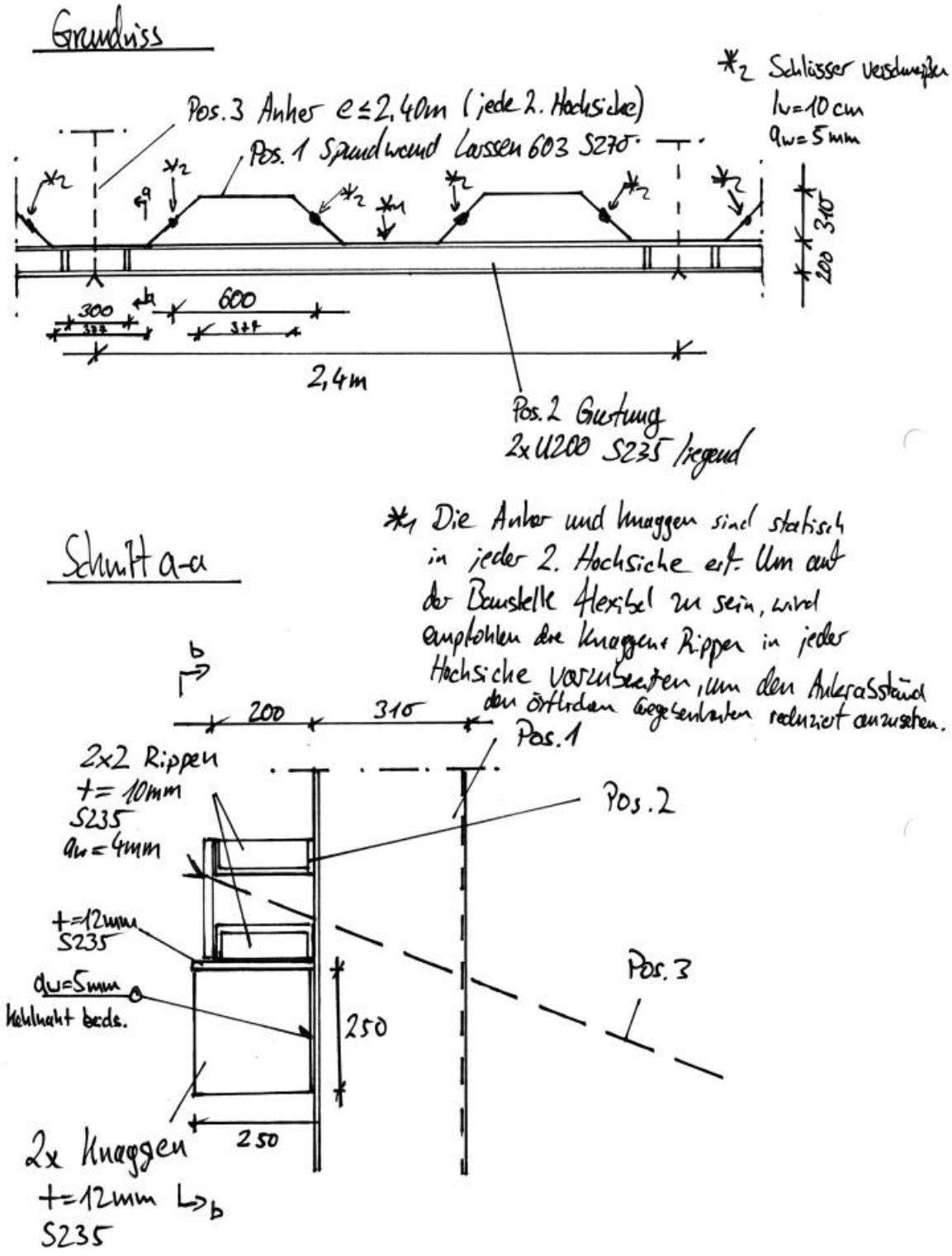


Abbildung 1: Anschluss Gurtung an Spundwand im Bereich der Rückverankerung

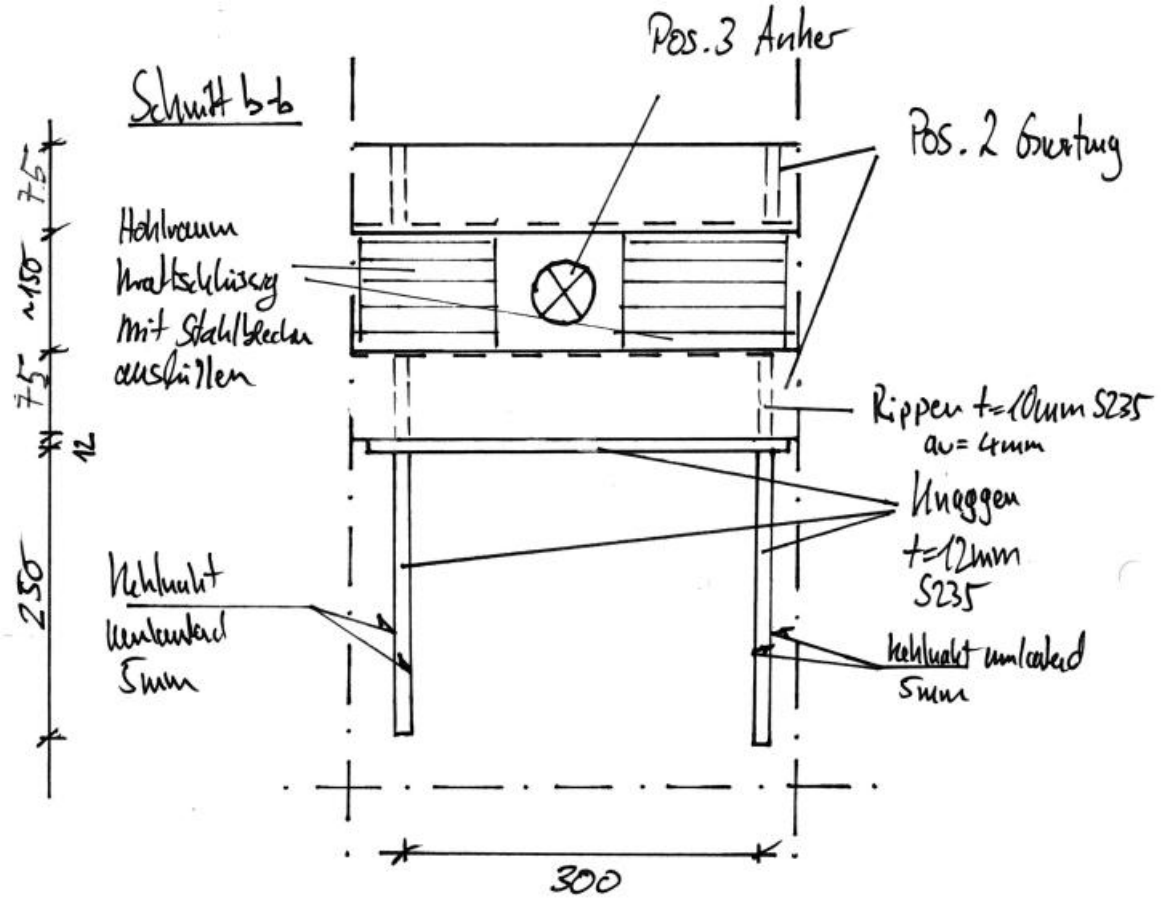
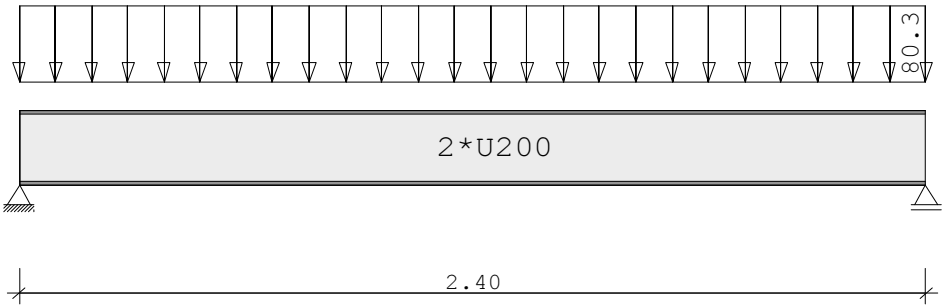


Abbildung 2: Schnitt b-b

Pos. 2 umlaufende Gurtung (Nachweis Auflagerlast Spundwand)

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2025-2/P07)

Maßstab 1 : 20



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul E =210000 N/mm2

System	Länge		Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm4)	Wo (cm3)	Wu (cm3)	
1	2.400	konstant	1	3820.0	382.0	382.0	2 U200

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L, 2=Einzellast bei a, 3=Einzelmoment bei a, 4=Trapezlast von a - a+b, 5=Dreieckslast über L, 6=Trapezlast über L

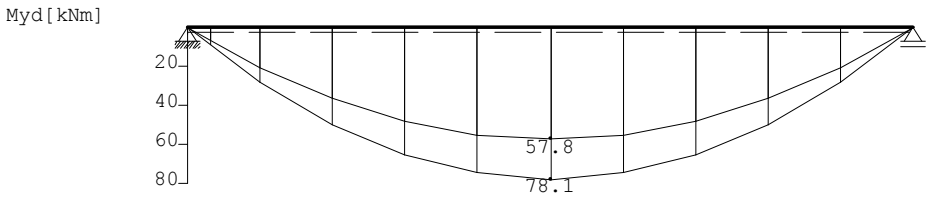
Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	N			80.300	0.000	1.000			

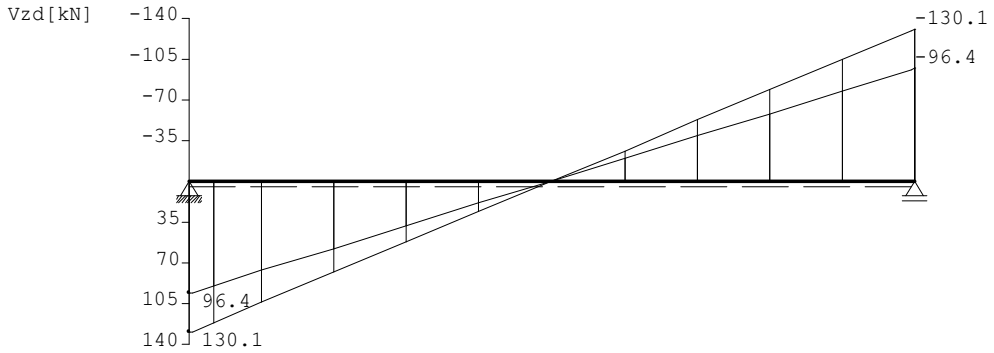
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

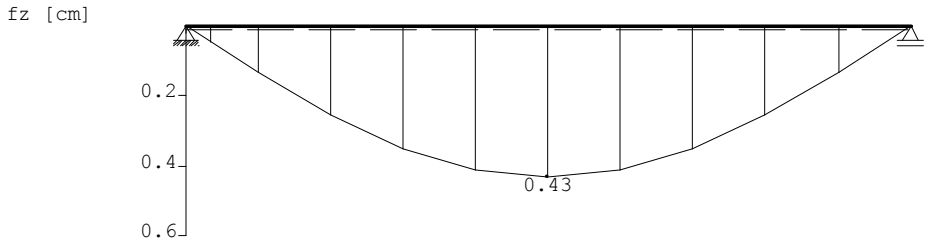
Auflagerkräfte (kN)

EG	Stütze 1 max	Stütze 1 min	Stütze 2 max	Stütze 2 min
g	96.4	96.4	96.4	96.4
N	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum	96.4	96.4	96.4	96.4

Maßstab 1 : 25







Querschnitte S235		fyk =	235 N/mm2			
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
6	U200	757	54	234	12	195

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)								γM0 = 1.00
Feld Nr.	x (m)	QNr.	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	σv (N/mm2)	τ	QKL	η
1	0.000	1	0.0	130.1	79	46	1	0.34
	1.200	1	78.1	0.0	204	0	1	0.87
	2.400	1	0.0	-130.1	79	46	1	0.34

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)							γM0 = 1.00
Feld Nr.	x (m)	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M,Rd (kNm)	η
1	0.000	0.0	130.1	1	0.00	53.6	0.28
	1.200	78.1	0.0	1	0.00	53.6	0.73
	2.400	0.0	-130.1	1	0.00	53.6	0.28

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.
Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

Zulässige Durchbiegungen : im Feld zul f = L / 300 charakteristische Kombination							
Feld Nr.	x (m)	fg (cm)	ftot (cm)	f (cm)	zulf (cm)	η	
1	1.200	0.43	0.43	0.432	0.800	0.54	g

Pos. 3 Verpressanker

System:

s. EDV-Ausgabe Pos. 1

Belastung:

Aus Pos. 1: 108,5 kN/m * 2,4 m / cos(30) Ed ≤ 300,0 kN

Schnittgrößen/Bemessung:

Innere Tragfähigkeit:
Rd = 95,0 kN/cm² * π * (2,6 cm / 2)²/1,25 Rd = 403,0 kN
eta = Ed/Rd = 0,75 < 1,0

Äußere Tragfähigkeit:
Rd = 200 kN/m² * 4 m* π * 0,15 m / 1,1 Rd = 342 kN
eta = Ed/Rd = 0,87< 1,0

Der Nachweis der tiefen Gleitfuge ist eingehalten (mögl. $A_{h(g+q),d}$ = 340 kN/m; eta = 37%). Die Gebrauchstauglichkeit der Verankerung wird mittels Abnahmeprüfung nachgewiesen.

siehe EDV-Ausgabe

gewählt:

Verpressanker Dywidag Stabanker Ø 26,5 mm St 950/1050 gem. Z.-20.1-17
Abstand der Anker untereinander: ≤ 2,4 m

Alternativ kann ein statisch gleichwertiges Produkt verwendet werden.

Freie Ankerlänge: 8,0 m
Verpresskörperlänge: 4,0 m; Durchmesser Verpresskörper ca. 15 cm
Gesamtlänge 12,0 m

Die Anker werden gem. Vorgaben des Systemherstellers bzw. der Bauleitung zwischen den Profilen der Gurtung angeordnet und lagegesichert.

Die Gebrauchstauglichkeit der Verpressanker ist durch eine Abnahmeprüfung gem. DIN EN 1537 zu bestätigen. Die Anker sind lediglich kraftschlüssig anzulegen. Eine planmäßige Vorspannung der Anker ist nicht vorgesehen. Der Erddruckansatz erfolgt entsprechend dem Berechnungsmodell für eine nachgiebig gestützte Spundwand.

Es befinden sich im Umfeld der Grube Bestandsleitungen, vgl. Angaben des Objektplaners. Es wird empfohlen im Vorfeld der Ausführung Der Verpressanker die Lage der Bestandsleitungen zu sondieren, z.B. mittels Schürfen.

Nachweis der tiefen Gleitfuge (GGU-Retain)

Nachweis Tiefe Gleitfuge
Nachweis "Tiefe Gleitfuge" erfolgt
mit einem Wandreibungswinkel δ von:
delta / φ = 0.660
(Blocklasten rechteckig auf Ersatzwand)
Ansatzpunkt der Gleitfuge im Wandbereich = 6.38 m
$A_{h,g,d} = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G$ und $Ah,d = A_{h,g,k} \cdot \gamma_G + A_{h,q,k} \cdot \gamma_Q$
mögl $A_{h,g,d}$ = mögl $A_{h,g,k} / \gamma_{Ep}$ und mögl A_d = mögl A_k / γ_{Ep}
mue = Ausnutzungsgrad <= 1.0

Nr	Tiefe	Länge	Höhe(Ankerw.)	Ah,d	mögl Ah,d	mue,gq	$A_{h,g,d}$	mögl $A_{h,g,d}$	mue,g
[-]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1	0.70	10.00	0.00	143.31	338.71	0.423	42.20	196.63	0.215

Werte für ungünstigste Gleitfuge
Lastfall: g+q

x	y	G_k	$E_{ah,k}$	$E_{av,k}$	Q_x	Q_y	C_k	H	θ	φ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[°]
0.00	6.38	-	198.4	76.7	-	-	-	-	-	-
8.66	5.70	989.0	80.7	31.0	-356.5	-669.5	0.0	0.0	4.47	32.5

Aufgestellt: Hannover, September 2026

(Nino Rudolph, M.Sc.)

(Projektbearbeiter/in)

(Robert Bernstein, M.Eng.)

(Geschäftsführer)

shl ingenieure GmbH
Lange Laube 19
30159 Hannover
Tel.: 0511/123566 -60
Durchwahl: -67
Fax: -80