

STATISCHE BERECHNUNG

1. Nachtrag - Dach

- 2023 / 2118 –

Bauherrschaft:	Stadt Dortmund - Sport- und Freizeitbetriebe Untere Brinkstraße 81-89 44141 Dortmund
Bauvorhaben:	Umgestaltung Zentralplatz Westfalenpark Dortmund Florianstraße 2 44139 Dortmund
Gebäudeteil:	Technikzentrale
Objektplanung:	soll sasse Architekten BDA Robert-Koch-Straße 24 44143 Dortmund
Tragwerksplanung:	Löschmann + Partner Beratende Ingenieure PartG mbB Konrad-Adenauer-Allee 12 44263 Dortmund www.wlp-ingenieure.de

Versionen

Versionsdatum	Änderungen / Ergänzungen
30.10.2025	Nachtrag: Dachkonstruktion

Unterschriften

Ort, Datum: Dortmund, 30.10.2025

Ansprechpartner: Malek Machta
T: 0231 / 94 60 70 – 21 | m.machta@wlp-ingenieure.de

Projektleitung: Dr.-Ing. Thomas Topp
T: 0231 / 94 60 70 – 15 | E: t.topp@wlp-ingenieure.de

 **Löschmann + Partner**
Beratende Ingenieure PartG mbB
Konrad-Adenauer-Allee 12, 44263 Dortmund
Telefon 0231 / 946070-0 · Telefax 0231 / 946070-30
E-Mail do@wlp-ingenieure.de · www.wlp-ingenieure.de

Unterschrift

.....
(Thomas Topp)

Inhaltsverzeichnis

1 Dach Konstruktion

1.1	4.0 Dach Konstruktion.....	Seite: 1-001
1.2	Positionsplan.....	Seite: 1-002
1.3	Pos.221 Trapezblech	Seite: 1-004
1.5	Pos.222 Pfette	Seite: 1-010
1.7	Pos.223 Haputträger.....	Seite: 1-014
1.9	Pos.224 Nebenträger	Seite: 1-018
1.11	Pos.225 Haputträger Innenbereich	Seite: 1-022
1.13	Pos.226 Ringbalken.....	Seite: 1-026
1.15	Pos.227 Ringbalken.....	Seite: 1-034

Teil 04 Dachkonstruktion

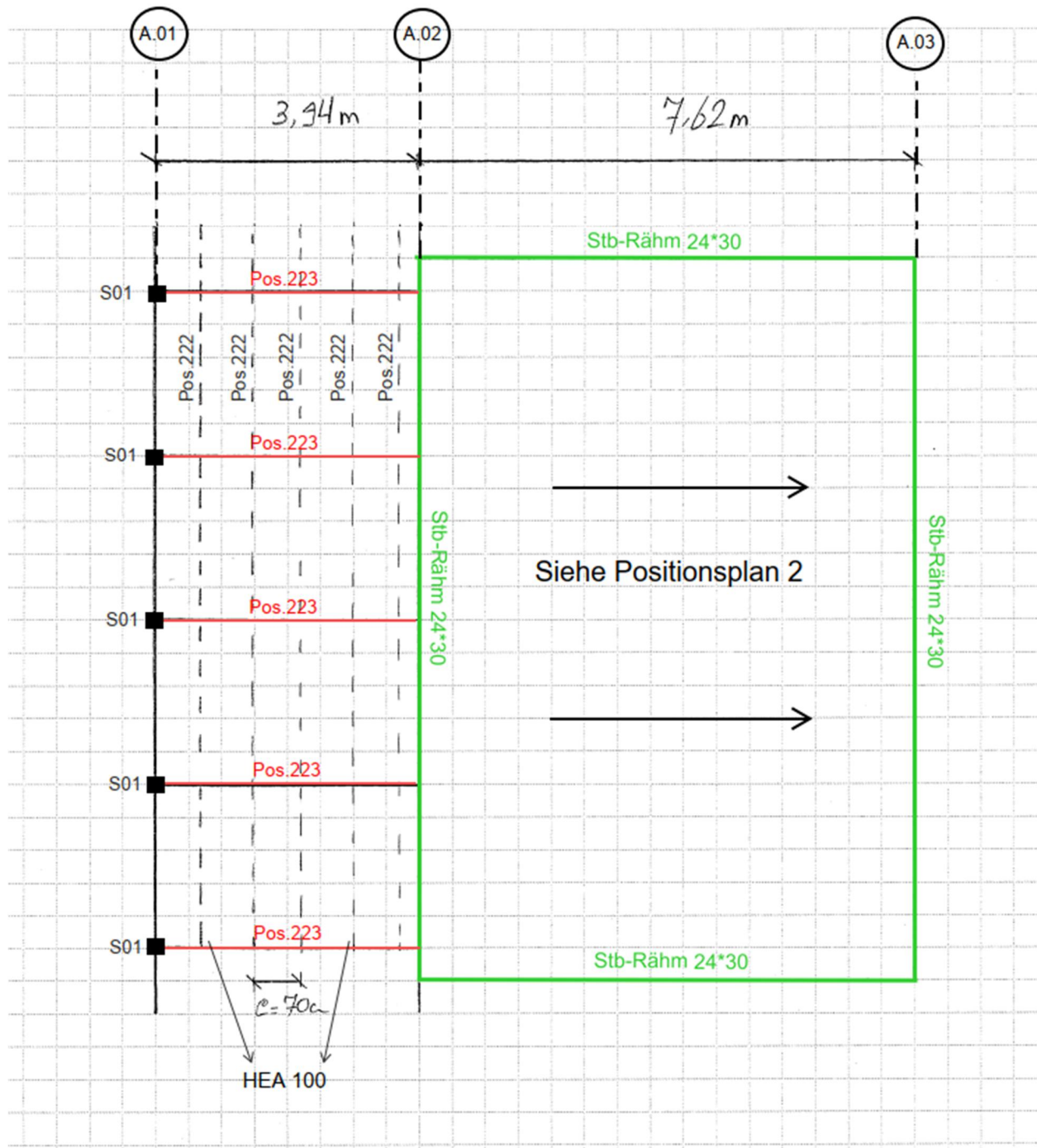
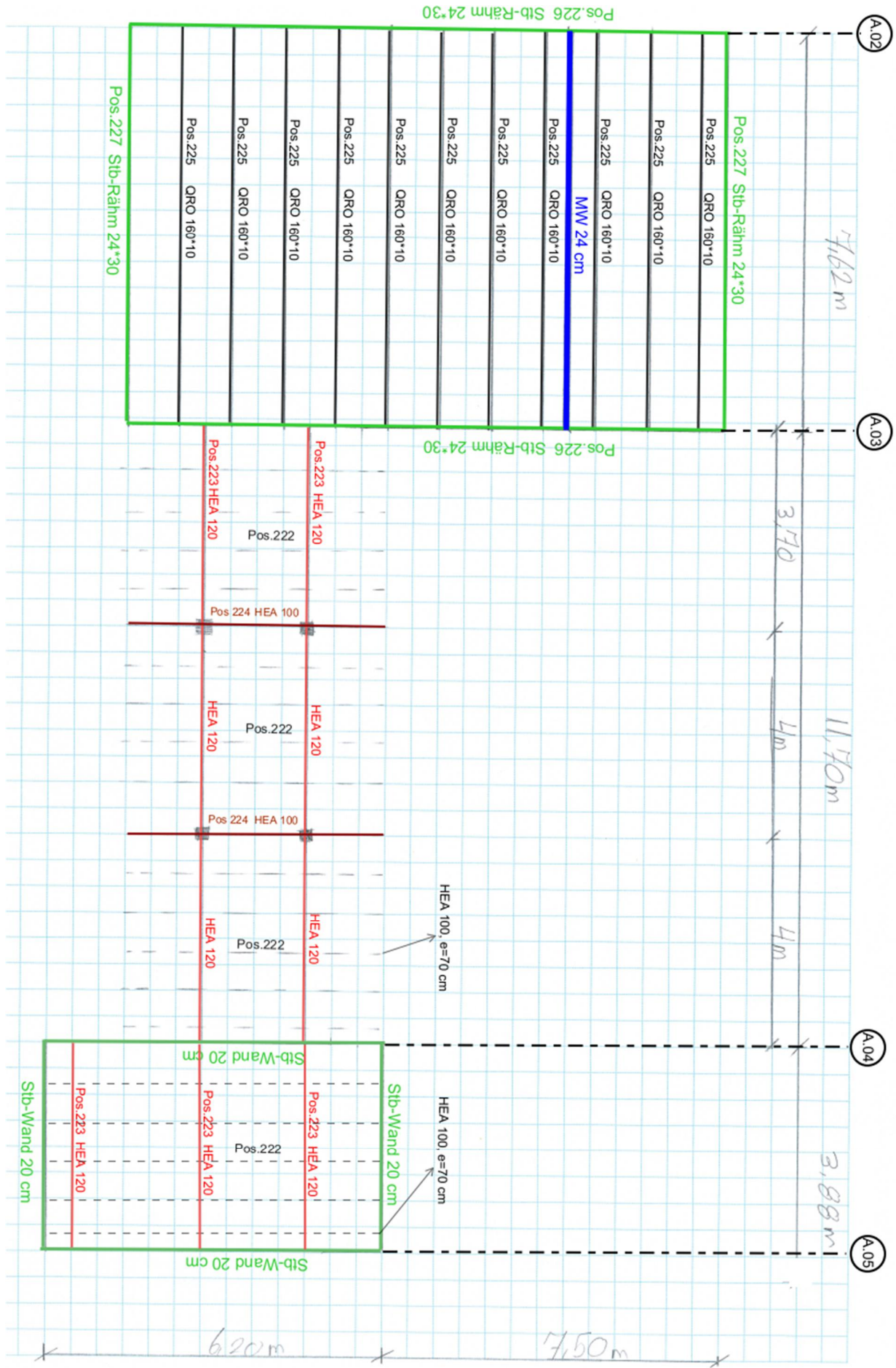


Abbildung 1: Positionsplan Außenbereich



POS. 221

TRAPEZBLECH

Baustoffe

Stahl

Querschnitt

T35,1

Statisches System

Einfeldträger e= 70 cm

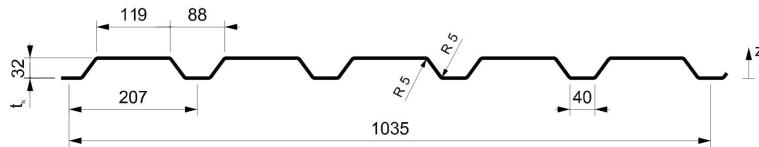
Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m²]	q [kN/m²]
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	0.50	-
q _k	---	Winddruck	-	0,10
q _k	---	Schnee mit Verwehung	-	0,78

-

Pos 1

1 Elementkenndaten Trapezprofil gemäß baustatische Typenprüfung Bescheid Nr. T17-090



T 35.1 Positivlage

Nennblechdicke $t_N = 0.63 \text{ mm}$ Kernblechdicke $t_K = 0.59 \text{ mm}$
Eigenlast $g = 0.060 \text{ kN/m}^2$ Streckgrenze des Stahlkerns $f_{y,k} = 320 \text{ N/mm}^2$

Maßgebende Querschnittswerte

Biegung: $I_{ef+} = 9.4 \text{ cm}^4/\text{m}$ $I_{ef-} = 12.5 \text{ cm}^4/\text{m}$
Normalkraftbeanspruchung: $A_g = 6.77 \text{ cm}^2/\text{m}$ $i_g = 1.31 \text{ cm}$ $z_g = 2.13 \text{ cm}$
 $A_{ef} = 2.84 \text{ cm}^2/\text{m}$ $i_{ef} = 1.40 \text{ cm}$ $z_{ef} = 1.65 \text{ cm}$

Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach unten gerichteter und andrückender Flächenlast

Endauflagerbreite $b_A = 40 \text{ mm}$ Zwischenauflagerbreite $b_B = 0 \text{ mm}$ $\epsilon_{ps} = 1$
 $M_{c,Rk,F} = 1.40 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,A} = 10.50 \text{ kN/m}$ $V_{w,Rk} = 30.60 \text{ kN/m}$
 $M_{0,Rk,B} = 1.53 \text{ kNm/m}$ $R_{0,Rk,B} = 11.17 \text{ kN/m}$ $M_{c,Rk,B} = 1.16 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,B} = 5.10 \text{ kN/m}$
 $\min L = 0.00 \text{ m}$ $\max L = 0.00 \text{ m}$ $\max M_{R,Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

Endauflagerbreite $b_A = 40 \text{ mm}$ Zwischenauflagerbreite $b_B = 60 \text{ mm}$
 $M_{c,Rk,F} = 1.40 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,A} = 10.50 \text{ kN/m}$ $V_{w,Rk} = 30.60 \text{ kN/m}$
 $M_{c,Rk,B} = 1.35 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,B} = 8.37 \text{ kN/m}$
 $\min L = 0.00 \text{ m}$ $\max L = 0.00 \text{ m}$ $\max M_{R,Rk} = 0.00 \text{ kNm/m}$

Charakteristische Werte der Beanspruchbarkeiten bei nach oben gerichteter und abhebender Flächenlast

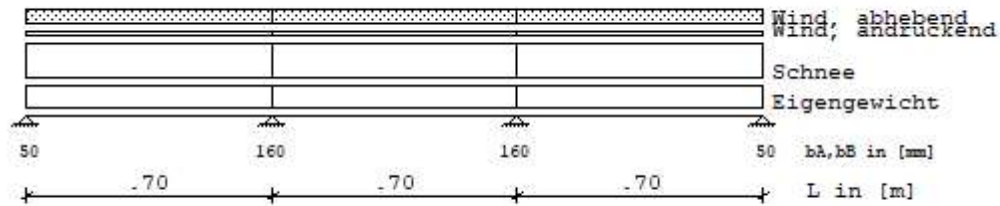
Befestigung in jedem anliegenden Gurt
 $M_{c,Rk,F} = 1.30 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,A} = 30.60 \text{ kN/m}$ $V_{w,Rk} = 30.60 \text{ kN/m}$
 $M_{c,Rk,B} = 1.23 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

Befestigung in jedem 2. Gurt
 $M_{c,Rk,F} = 1.30 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,A} = 15.30 \text{ kN/m}$ $V_{w,Rk} = 15.30 \text{ kN/m}$
 $M_{c,Rk,B} = 0.61 \text{ kNm/m}$ $R_{w,Rk,B} = 0.00 \text{ kN/m}$

Symbole Widerstandsgrößen

$M_{c,Rk,F}$	Feldmoment	$\max M_{R,Rk}$	Reststützmoment
$R_{w,Rk,A}$	Endauflagerkraft	$V_{w,Rk}$	Querkraft
$M_{0,Rk,B}$	querkraftfreies Stützmoment	$R_{0,Rk,B}$	momentenfreie Zwischenauflagerkraft
$M_{c,Rk,B}$	Stützmoment	$R_{w,Rk,B}$	Zwischenauflagerkraft
ϵ_{ps}	1: lineare Interaktion für M und R	2: quadratische Interaktion für M und R	

2 Statisches System und Einwirkungen



Belastung Last-Art: 1 = Trapezlast von a bis a+b
2 = Einzellast bei a

		Last-Art	q1 [kN/m ²]	Abstand [m]	q2 [kN/m ²]	Länge [m]
g	Eigengewicht	1	0.500	0.000	0.500	0.700
		1	0.500	0.700	0.500	0.700
		1	0.500	1.400	0.500	0.700
s	Schneeregellast	1	0.780	0.000	0.780	0.700
		1	0.780	0.700	0.780	0.700
		1	0.780	1.400	0.780	0.700
wd	Wind, andrückend	1	0.100	0.000	0.100	0.700
		1	0.100	0.700	0.100	0.700
		1	0.100	1.400	0.100	0.700
ws	Wind, abhebend	1	-0.300	0.000	-0.300	0.700
		1	-0.300	0.700	-0.300	0.700
		1	-0.300	1.400	-0.300	0.700

3 Beanspruchungen nach der Elastizitätstheorie

3.1 G, Eigengewicht

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.020	0.28	0.004	0.32
2	0.006	0.35	0.000	0.35
3	0.020	0.42	0.004	0.38

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.140	0.140
2	-0.025	-0.210	0.175	0.385
3	-0.025	-0.175	0.210	0.385
4	0.000	-0.140	0.000	0.140

3.2 S, Schneeregellast

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.031	0.28	0.007	0.32
2	0.010	0.35	0.000	0.35
3	0.031	0.42	0.007	0.38

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.218	0.218
2	-0.038	-0.328	0.273	0.601
3	-0.038	-0.273	0.328	0.601
4	0.000	-0.218	0.000	0.218

3.3 Wd, Winddruck

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	0.004	0.28	0.001	0.32
2	0.001	0.35	0.000	0.35
3	0.004	0.42	0.001	0.38

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	0.028	0.028
2	-0.005	-0.042	0.035	0.077
3	-0.005	-0.035	0.042	0.077
4	0.000	-0.028	0.000	0.028

3.4 Ws, Windsog

Feldmomente / Durchbiegungen

Feld	Mf	Xmf	f	Xf
[-]	[kNm/m]	[m]	[cm]	[m]
1	-0.012	0.28	-0.002	0.32
2	-0.004	0.35	-0.000	0.35
3	-0.012	0.42	-0.002	0.38

Stützmomente / Auflagerkräfte

Stütze	Mst	Vli	Vre	R
[-]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	0.000	0.000	-0.084	-0.084
2	0.015	0.126	-0.105	-0.231
3	0.015	0.105	-0.126	-0.231
4	0.000	0.084	0.000	-0.084

4 Trapezprofilbemessung nach DIN EN 1993-1-3 (EC3)

4.1 Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

4.1.1 Feldmoment: $\gamma_{F,G} = 1.35$ $\gamma_{F,Q} = 1.50$ $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Feld	MEd	MC, Rd, F	Ausl.
[-]	[-]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	0.078	< 1.273	0.061
	2	0.024	< 1.273	0.019
	3	0.078	< 1.273	0.061
1.00*G+1.50*Ws	1	0.002	< 1.273	0.002
	2	0.001	< 1.273	0.001
	3	0.002	< 1.273	0.002

4.1.2 Endauflagerkraft: $\gamma_{F,G} = 1.35$ $\gamma_{F,Q} = 1.50$ $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	FEd	Rw, Rd, A	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	1	0.559	< 9.545	0.059
	4	0.559	< 9.545	0.059
1.00*G+1.50*Ws	1	0.014	< 9.545	0.001
	4	0.014	< 9.545	0.001

4.1.3 Querkraft am Zwischenauflager: $\gamma_{F,G} = 1.35$ $\gamma_{F,Q} = 1.50$ $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	VEd	Vw, Rd	bv	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-0.838	< 27.818	0.091	0.030
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	3	0.838	< 27.818	0.091	0.030
1.00*G+1.50*Ws	2	-0.021	< 27.818	0.091	0.001
1.00*G+1.50*Ws	3	0.021	< 27.818	0.091	0.001

4.1.4 Zwischenauflagerkraft: $\gamma_{F,G} = 1.35$ $\gamma_{F,Q} = 1.50$ $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	FEd	Rw, Rd, B	Ausl.
[-]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	1.536	< 7.609	0.202
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	3	1.536	< 7.609	0.202
1.00*G+1.50*Ws	2	0.038	< 7.609	0.005
1.00*G+1.50*Ws	3	0.038	< 7.609	0.005

4.1.5 Stützmoment: $\gamma_{F,G} = 1.35$ $\gamma_{F,Q} = 1.50$ $\gamma_{M} = 1.10$

Lastfallkombination	Stütze	MEd	MC, Rd, B	Ausl.
[-]	[-]	[kNm/m]	[kNm/m]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	2	-0.098	< 1.227	0.080
	3	-0.098	< 1.227	0.080
1.00*G+1.50*Ws	2	-0.002	< 1.227	0.002
	3	-0.002	< 1.227	0.002

4.1.6 M-R Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	$M_{Ed}/M_0, R_{d,B} + (F_{Ed}/R_0, R_{d,B})^{\epsilon}$	Ausl.
	[-]	[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	Nachweis	nicht erforderlich!	
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis	nicht erforderlich!	

4.1.7 M-Q Interaktion: $\gamma_{F,G}=1.35$ $\gamma_{F,Q}=1.50$ $\gamma_{M}=1.10$

Lastfallkombination	Stütze	$M_{Ed}/M_c, R_{d,B} + (2*V_{Ed}/V_w, R_{d-1})^2$	Ausl.
	[-]	[-]	[-]
1.35*G+1.50*S+1.50*Wd	Nachweis	nicht erforderlich!	
1.00*G+1.50*Ws	Nachweis	nicht erforderlich!	

4.2 Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

4.2.1 Durchbiegung: $\gamma_{F,G}=1.00$ $\gamma_{F,Q}=1.00$ $\gamma_{M}=1.00$

Lastfallkombination	Feld	vorh f	zul f, L/300	Ausl.
	[-]	[cm]	[cm]	[-]
1.00*G+1.00*S+1.00*Wd	1	0.012	< 0.233	0.052
	2	0.001	< 0.233	0.004
	3	0.012	< 0.233	0.052
1.00*G+1.00*Ws	1	0.002	< 0.233	0.009
	2	0.000	< 0.233	0.000
	3	0.002	< 0.233	0.009

4.3 Grenzstützweite

Für das ausgewählte Profil liegt keine Grenzstützweitenangabe vor! Das Trapezprofil darf nur mit lastverteilenden Maßnahmen begangen werden!

4.4 Mindestblechdicke

Je nach Anwendungsbereich des Trapezprofils ist die Nennblechdicke gemäß DIN EN 1090-4, Abschnitt 5.5.1 einzuhalten!

Das Trapezprofil ist statisch ausreichend bemessen. Die Tragfähigkeiten der Trapezprofile können je nach Hersteller sehr unterschiedlich sein. Von daher ist bei der Bauausführung darauf zu achten, dass das hier aufgeführte Trapezprofil auch zum Einsatz kommt.

5 Nachweisübersicht

Tragsicherheit Elastisch - Elastisch

MC,Rk,f 6.1 %

Rw,Rk,A 5.9 %

Rw,Rk,B 20.2 %

Vw,Rk 3.0 %

MC,Rk,B 8.0 %

Tragsicherheit Plastisch - Plastisch

MC,Rk,f -

Rw,Rk,A -

Gebrauchstauglichkeit Elastisch - Elastisch

Rw,Rk,B -

MC,Rk,B -

M-R -

f 5.2 %

POS. 222

PFETTE

Baustoffe

Stahl S235

Querschnitt

HEA 100

Statisches System

Einfeldträger (L= 2,50 m) mit 1,00 m Kragarm jede Seite
e= 70 cm

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m²]	q [kN/m²]
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g _k	---	Trapezblech	1,00	
q _k	---	Winddruck	-	0,24
q _k	---	Schnee mit Verwehung	-	0,78

-

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

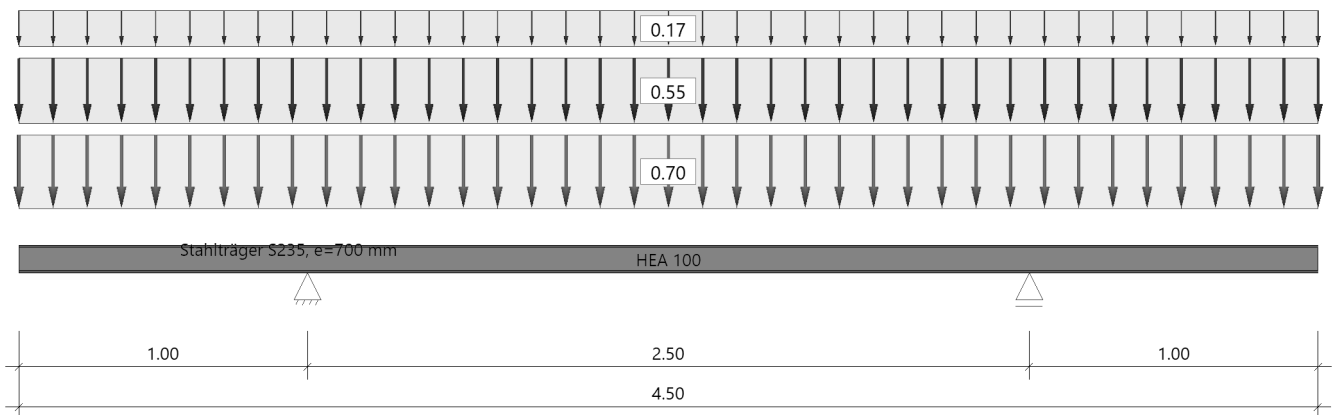
Grundparameter

Stahlträger (e = 70.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 100	349.0	134.0	72.8	26.8	21.2

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		4.50		1.00		Nein	ständig		
	2	GL		4.50		0.78		Ja	Schnee		
	3	GL		4.50		0.24		Ja	Wind		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Trapezprofil
2	Schnee mit Verwehung
3	Winddruck

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.70 m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 75 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.06	0.07	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.12

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 100 HEA 100	Feld 1, x = 2.25 Kragarm links	0.0	1.09	0.06	0.07

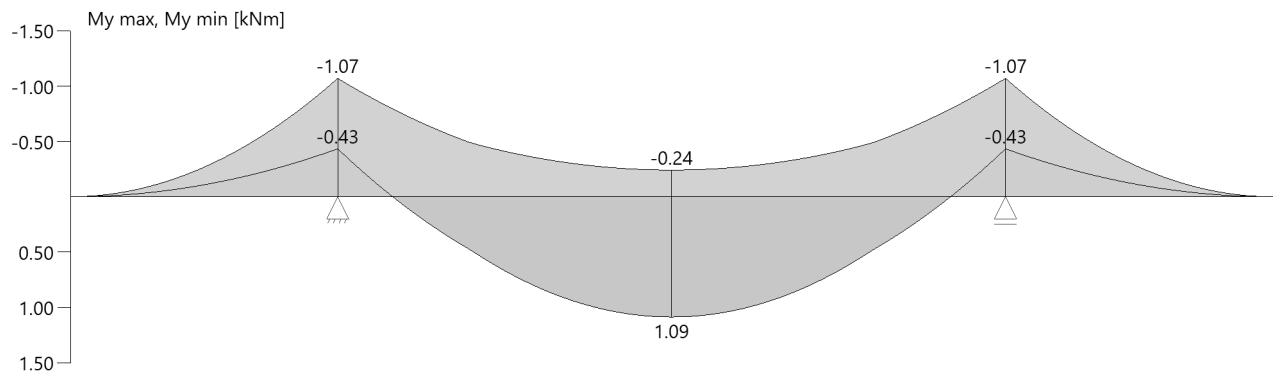
Nachweis für maximale Auslastung bei x = 1.25 m Lk 2

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 498.2$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 1.09$ kNm	$M_{y,Rd} = 19.57$ kNm
$M_{y,Ed} = 1.09$ kNm	$\eta_{My} = 0.06$
$V_{z,pld} = 0.0$ kN	$V_{z,Rd} = 102.0$ kN
$V_{z,Ed} = 0.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
$\eta = 0.06$	

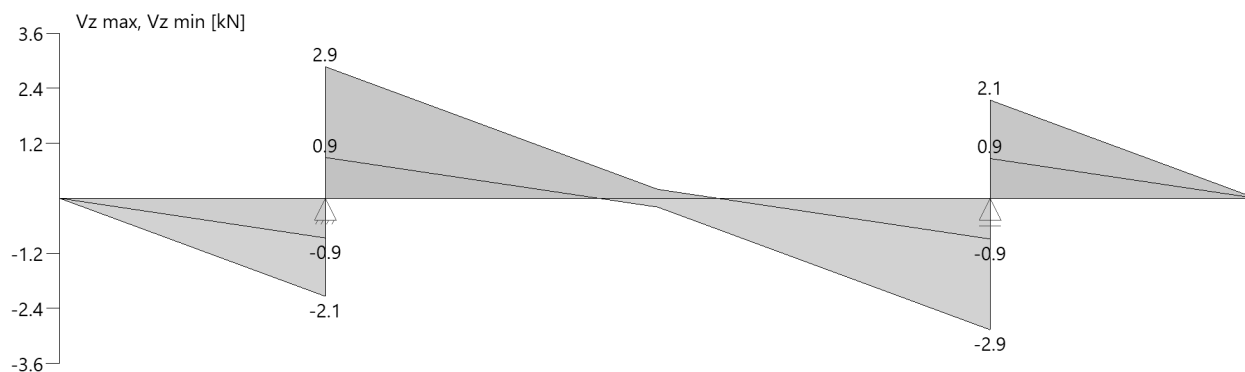
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	1.00	ständig	1.9	1.9		
		Windlasten	-0.03	0.4		
		Schnee H < 1000 m	-0.1	1.3		
2	3.50	ständig	1.9	1.9		
		Windlasten	-0.03	0.4		
		Schnee H < 1000 m	-0.1	1.3		

POS. 223

HAUPTTRÄGER

Baustoffe

Stahl S235

Querschnitt

HEA 120

Statisches System

Einfeldträger (L= 4,00 m)

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN]	q [kN]
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g _k	222	Ständige Lasten	1,90	
q _k	222	Winddruck	-	0,40
q _k	222	Schnee mit Verwehung	-	1,30

-

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

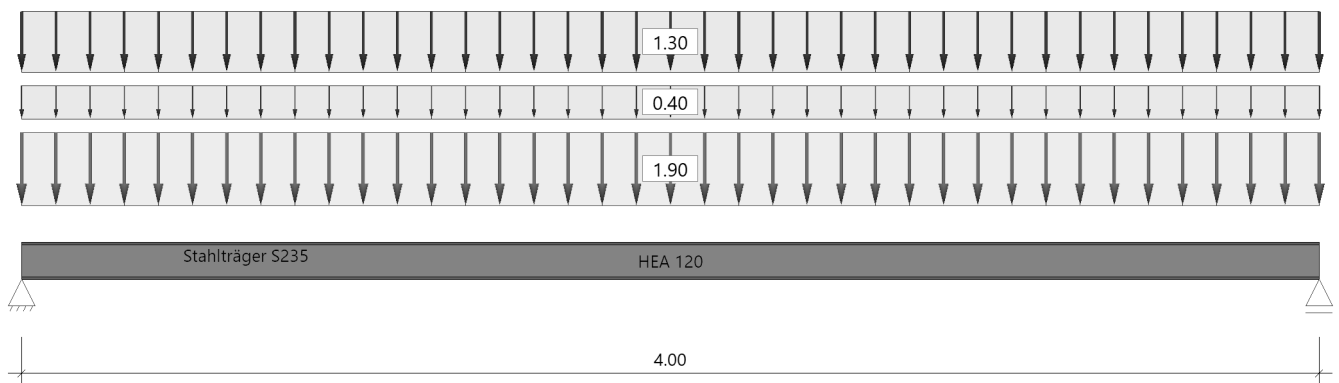
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 120	606.0	231.0	106.3	38.5	25.3

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		4.00		1.90		Nein	ständig		
	2	GL		4.00		0.40		Ja	Wind		
	3	GL		4.00		1.30		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Aus Pfetten
2	Aus Pfetten
3	Aus Pfetten

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 79 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.37	0.49	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.71

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 120	Feld 1, x = 2.00	0.0	10.29	0.37	0.49

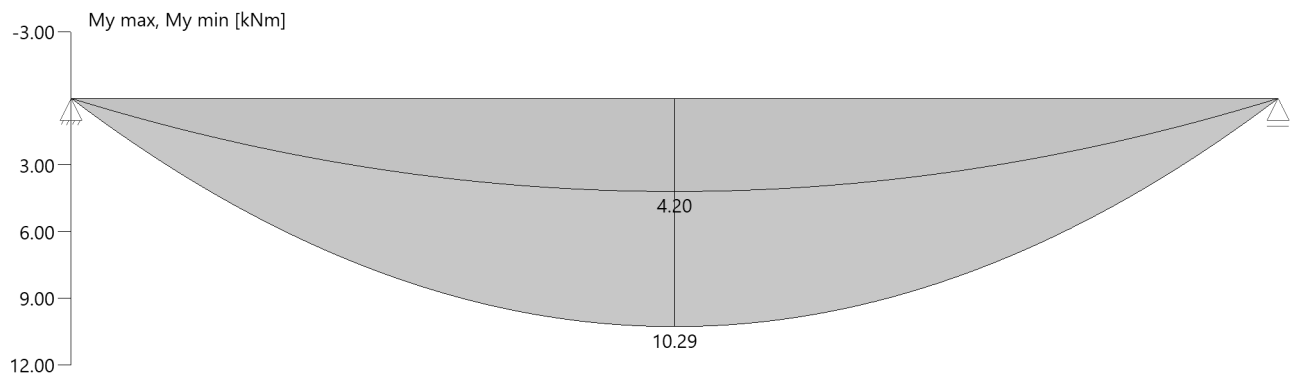
Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.00 m Lk 1

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 594.6$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 10.29$ kNm	$M_{y,Rd} = 28.16$ kNm
$M_{y,Ed} = 10.29$ kNm	$\eta_{My} = 0.37$
$V_{z,pld} = 0.0$ kN	$V_{z,Rd} = 114.2$ kN
$V_{z,Ed} = 0.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.37$

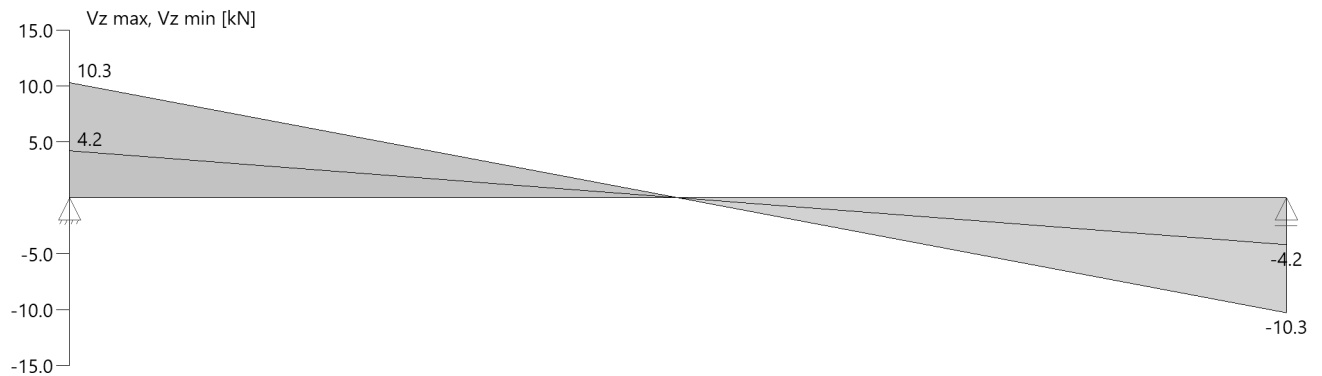
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	4.2	4.2 0.8 2.6		
2	4.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	4.2	4.2 0.8 2.6		

POS. 224

NEBENTRÄGER

Baustoffe

Stahl S235

Querschnitt

HEA 100

Statisches System

Einfeldträger (L= 2,50 m) mit 1,00 m Kragarm jede Seite

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m]	q [kN/m]
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
q _k	---	Schnee mit Verwehung	-	1,00

-

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

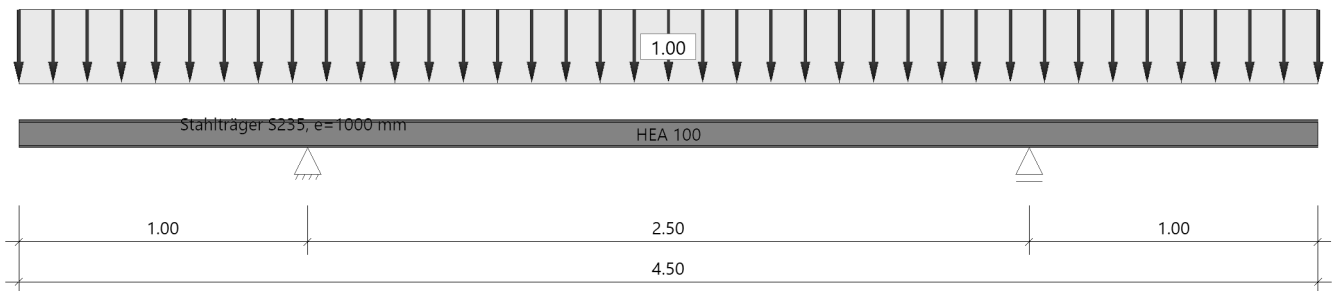
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEA 100	349.0	134.0	72.8	26.8	21.2
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL	4.50			1.00		Ja	Schnee		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Schnee mit Verwehung
Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 1.00 m multipliziert.	

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 75 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K _{FI} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/$ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.06	0.07	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.16

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 100 HEA 100	Feld 1, $x = 2.25$ Kragarm links	0.0	1.24	0.06	0.07

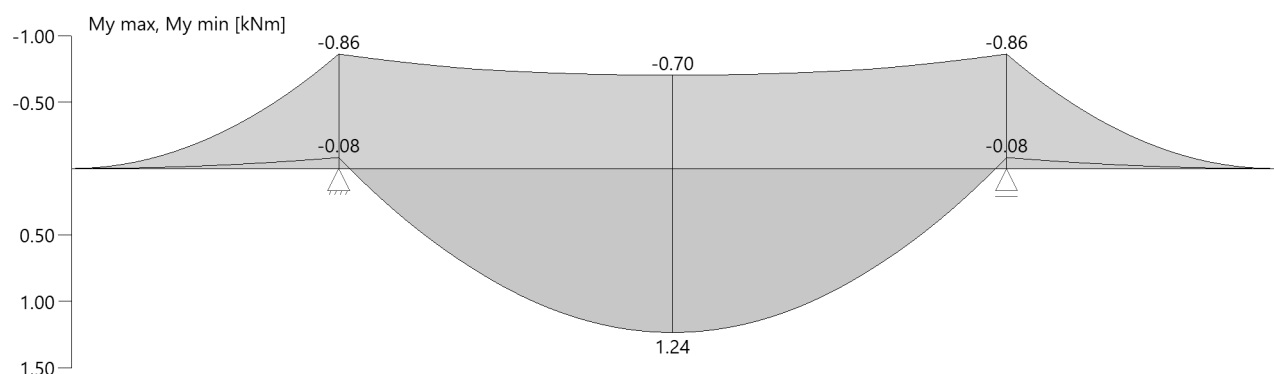
Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 1.25$ m Lk 2

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 498.2$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 1.24$ kNm	$M_{y,Rd} = 19.57$ kNm
$M_{y,Ed} = 1.24$ kNm	$\eta_{My} = 0.06$
$V_{z,pld} = 0.0$ kN	$V_{z,Rd} = 102.0$ kN
$V_{z,Ed} = 0.0$ kN	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.06$

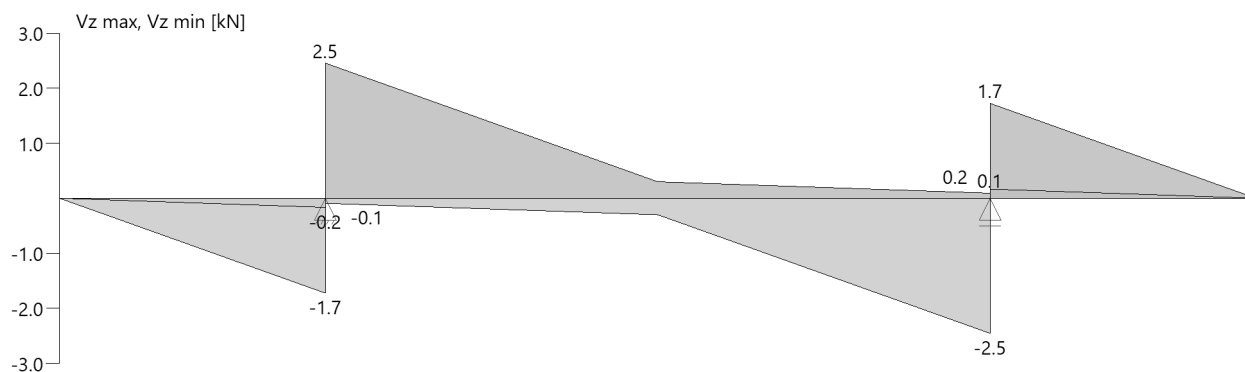
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	1.00	ständig Schnee H < 1000 m	0.4 -0.2	0.4 2.5		
2	3.50	ständig Schnee H < 1000 m	0.4 -0.2	0.4 2.4		

POS. 225

HAUPTTRÄGER INNENBEREICH

Baustoffe

Stahl S235

Querschnitt

QRO 160*10

Statisches System

Einfeldträger (L= 7,70 m), e= 100 cm

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m²]	q [kN/m²]
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g _k	222	Glasdach	1,00	
q _k	222	Winddruck	-	0,10
q _k	222	Schnee mit Verwehung	-	0,78

Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

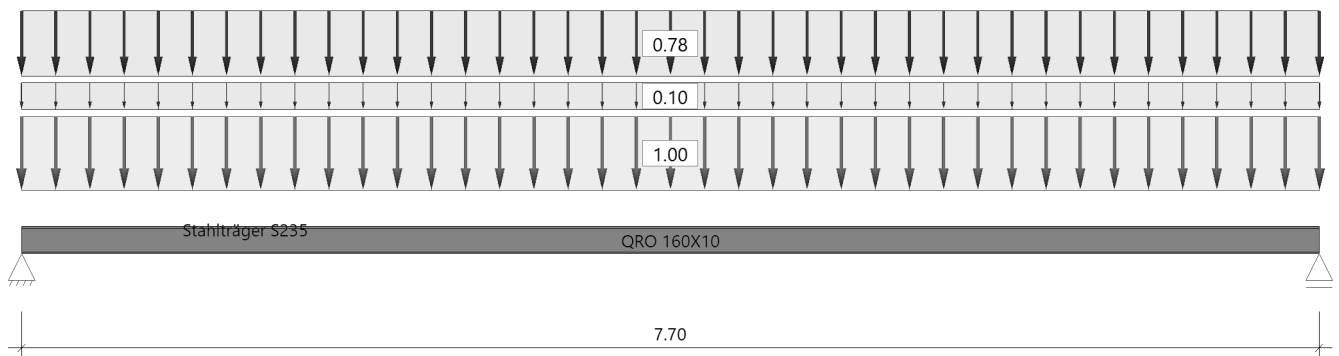
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
QRO 160X10	2100.0	2100.0	262.9	262.9	57.4
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		7.70		1.00		Nein	ständig		
	2	GL		7.70		0.10		Ja	Wind		
	3	GL		7.70		0.78		Ja	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Glasdach
2	Winddruck
3	Schnee mit Verwehung

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 347 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{QS}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.39	0.35	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.93

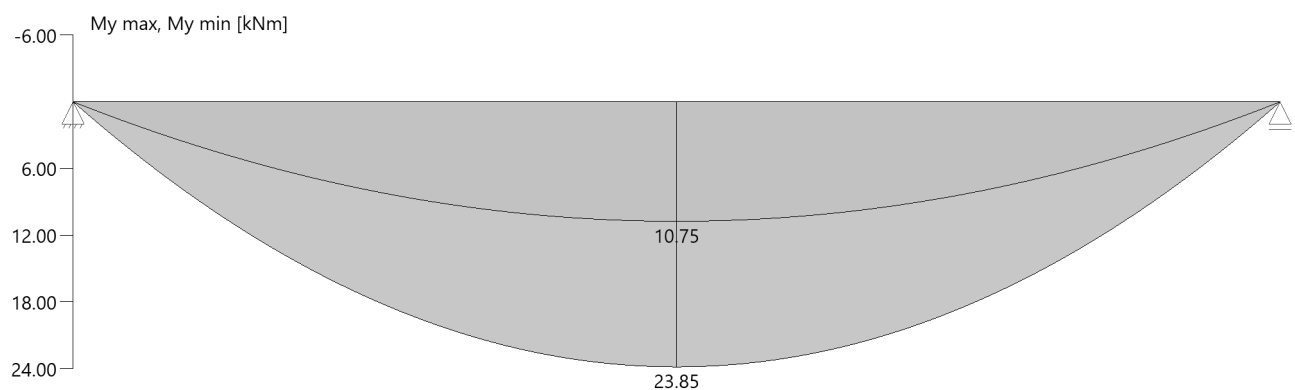
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{QS}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	QRO 160X10	Feld 1, x = 3.85	0.0	23.85	0.39	0.35

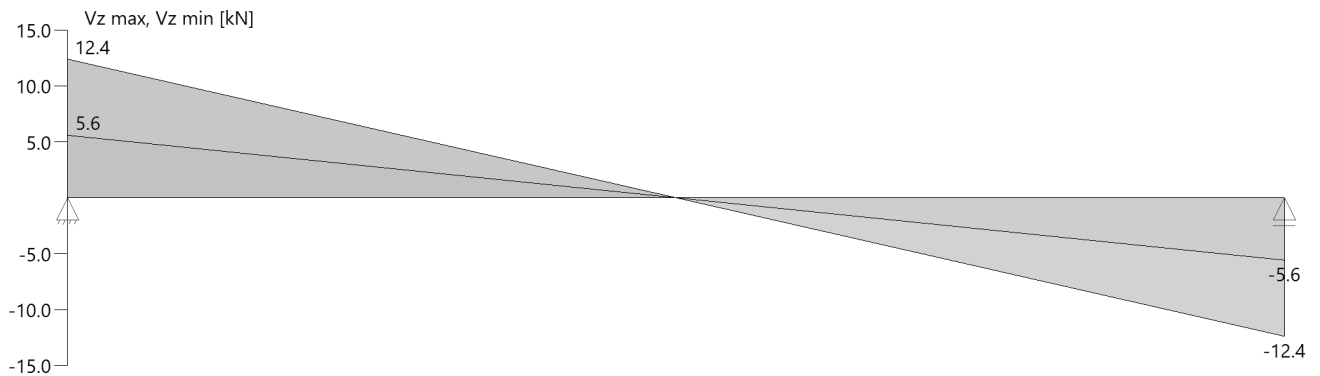
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.6	5.6 0.4 3.0		
2	7.70	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m	5.6	5.6 0.4 3.0		

POS 226

RINGBALKEN

System

Baustoffe:

Beton: C25/30

Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Breite: $b = 24 \text{ cm}$

Dicke: $h = 30 \text{ cm}$

Expositionsklasse:

XC3, WF Innen

XC3, WF Außen

Betondeckung:

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dev}}$$

unten: $c_{\text{nom}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

oben: $c_{\text{nom}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

Statisches System:

Einfeldträger $L = 3,90 \text{ m}$

Einwirkungen

Der Hauptträger in Innenbereich (Pos.225) wird seitlich an der Ringbalken mit einer Ausmitte von 12 cm eingespannt angeschlossen.

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	---	
g_k	225	Ständige Lasten	4,80 kN/m	
q_k	225	Windlasten		0,40 kN/m
q_k	225	Schneelasten		3,00 kN/m
g_k	225	Ständige Momente $4,80 \text{ kN} \times 0,12 \text{ m} =$	0,58 kN.m	
q_k	225	Moment aus Windlast $0,40 \text{ kN} \times 0,12 \text{ m} =$		0,05 kN.m
q_k	225	Moment aus Schneelast $3,00 \text{ kN} \times 0,12 \text{ m} =$		0,47 kN.m
g_k	223	Ständige Lasten	4,20 kN/m	

q _k	223	Windlasten		0,80 kN/m
q _k	223	Schneelasten		2,60 kN/m

BEMESSUNG IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Bemessung für Biegung und Querkraft:

Grundbewehrung:

2Ø14 oben und unten; c_v = 3,5cm

Ø8/30, 2-schnittig geschlossene Bügel

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

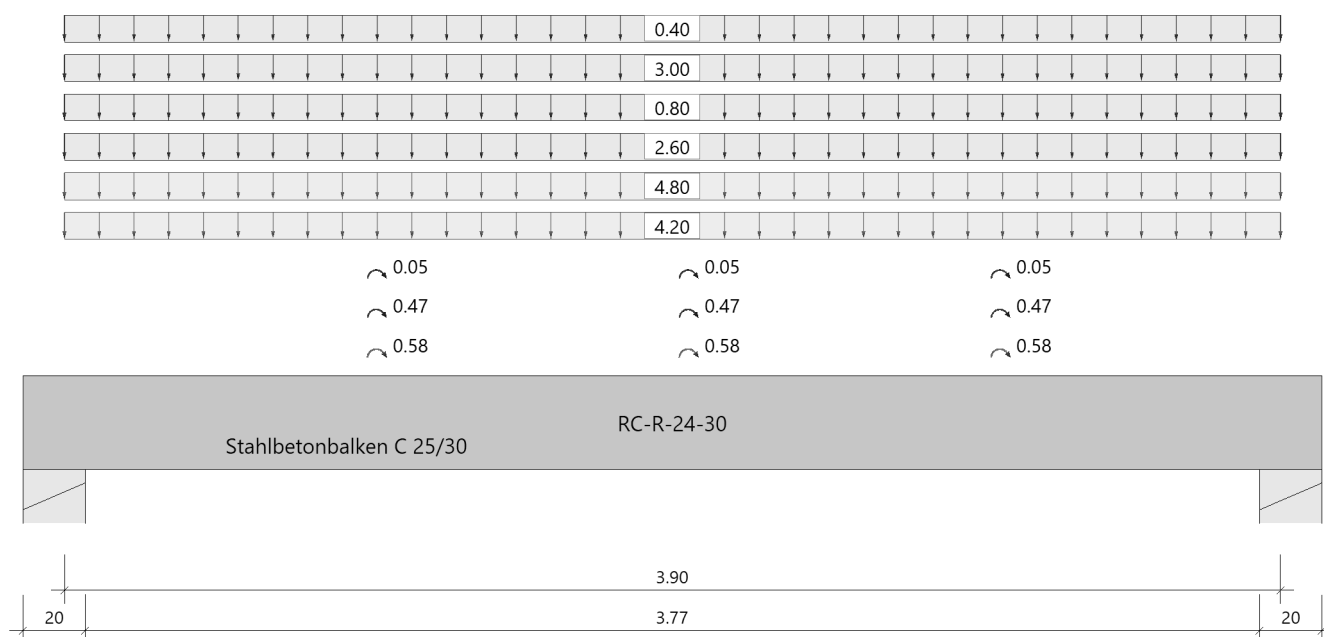
Grundparameter

Stahlbetonbalken 2-achsig $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	30.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0
2	3.90	-1	-1	0.0	-1	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	moment	1.00	0.58 kNm	ständig			
	2	moment	2.00	0.58 kNm	ständig			
	3	moment	3.00	0.58 kNm	ständig			
	4	moment	1.00	0.47 kNm	Schnee			
	5	moment	2.00	0.47 kNm	Schnee			
	6	moment	3.00	0.47 kNm	Schnee			
	7	moment	1.00	0.05 kNm	Wind			
	8	moment	2.00	0.05 kNm	Wind			
	9	moment	3.00	0.05 kNm	Wind			

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	aus 225
2	aus 225
3	aus 225
4	aus 225
5	aus 225
6	aus 225
7	aus 225
8	aus 225
9	aus 225

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	10	GL		3.90		4.80		Nein	ständig			
	11	GL		3.90		0.40		Ja	Wind			
	12	GL		3.90		3.00		Ja	Schnee			
	13	GL		3.90		4.20		Nein	ständig			
	14	GL		3.90		0.80		Ja	Wind			
	15	GL		3.90		2.60		Ja	Schnee			

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
10	aus 225
11	aus 225
12	aus 225
13	aus 223
14	aus 223
15	aus 223

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 702 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	VF.inf	VF.sup
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	WF
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$
*1: mit $c_{min,b}$	

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	13.3	cm	
Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck}	=	25	N/mm ²	
Belastungsalter	t_0	=	28	Tag	t= unendlich
Kriechzahl	$\varphi(t_0, t)$	=	2.81		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.52	‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 3.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.9 cm	oben = 5.3 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VED an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VED an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

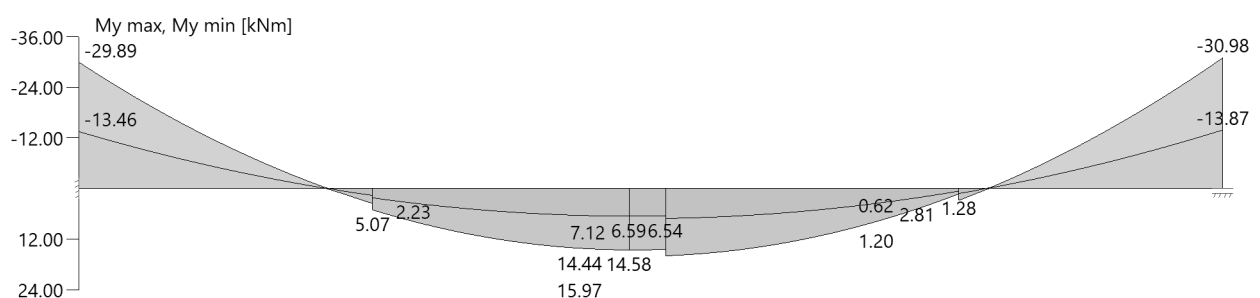
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Beton mit Mindeststützmoment $b = 20.0 \text{ cm}$

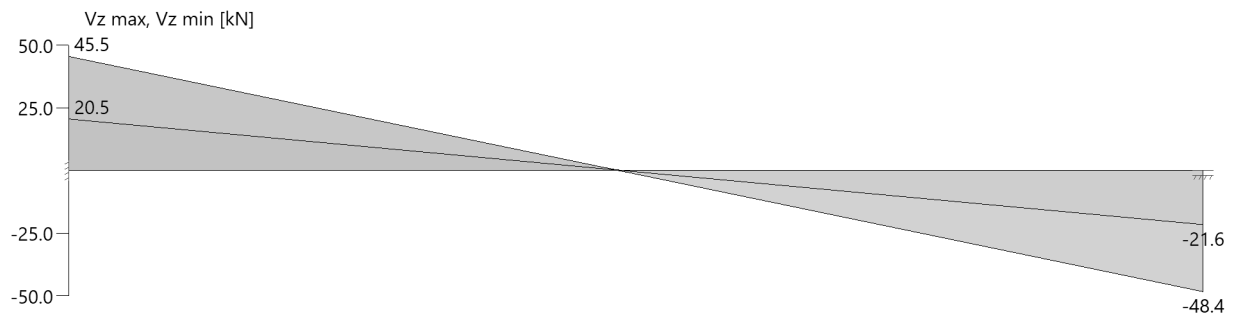
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Mz,Ed [kNm]	Vy,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-13.46	20.5	0.00	0.0	2
	0.00	0.00	-29.89	45.5	0.00	0.0	1
	0.00	0.00	-25.61	39.0	0.00	0.0	6
	2.00	2.00	15.97	-2.7	0.00	0.0	1
	3.90	3.90	-30.98	-48.4	0.00	0.0	1
	3.90	3.90	-13.87	-21.6	0.00	0.0	2
	3.90	3.90	-26.47	-41.3	0.00	0.0	6

Längsbewehrung

Längsbewehrung: in den Ecken konzentriert
Für die Biegebemessung wird nur der Steg angesetzt.
Regeln für Mindestfeldmomente und - stützmomente sind nicht geprüft.

Feld	x [m]	Myd [kNm]	Mzd [kNm]	erf As [cm²]	ρ [%]	Lfk
Feld 1	0.07	-26.92	0.00	5.2	0.72	1
	0.26	-18.98	0.00	3.4	0.48	1
	2.05	15.80	0.00	2.7	0.38	1
	3.69	-21.56	0.00	4.0	0.55	1
	3.90	-30.98	0.00	6.1	0.85	1

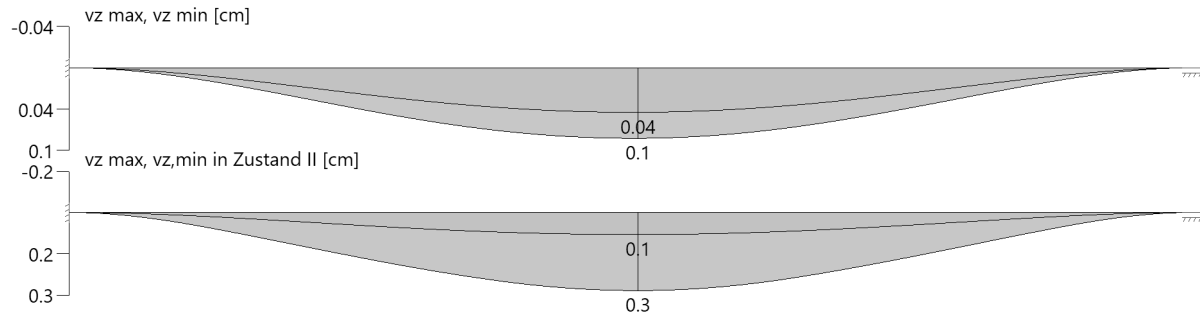
Querkraftbewehrung

Feld	x [m]	kz	Ved,y [kN]	Ved,z [kN]	Ved [kN]	θ [°]	Z [cm]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lfk
Feld 1	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	18.4	18.6	27.4	142.3	21.0	1.97	1
	0.07	0.82	0.0	43.9	43.9	18.4	18.2	27.2	139.5	21.0	1.97	1
	0.21	0.72	0.0	40.5	40.5	18.4	17.9	27.2	136.6	21.0	1.97	1
	0.26	0.69	0.0	39.3	39.3	18.4	16.9	27.2	129.6	21.0	1.97	1
	0.41	0.58	0.0	35.6	35.6	18.4	14.3	27.2	109.4	21.0	1.97	1
	0.45	0.56	0.0	34.7	34.7	18.4	13.9	27.2	106.6	21.0	1.97	1
	0.62	0.59	0.0	30.6	30.6	18.4	14.5	27.2	110.9	21.0	1.97	1
	3.45	0.56	0.0	-37.6	-37.6	18.4	14.0	27.2	106.9	21.0	2.06	1
	3.49	0.58	0.0	-38.5	-38.5	18.4	14.2	27.2	109.0	21.0	2.07	1
	3.64	0.69	0.0	-42.2	-42.2	18.4	17.1	27.2	130.8	21.0	1.97	1
	3.83	0.83	0.0	-46.8	-46.8	18.4	18.2	27.2	139.5	21.0	1.97	1

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.00	0.0	0.1	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.92$ $\epsilon_{cs} = -0.52 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	r	$f_{EII,g}$ [cm]	$f_{EII,g} / l_{eff}$	$f_{EII,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{EII,\phi\epsilon} / l_{eff}$	f [cm]	η
Feld 1	2.00	z	0.1	1/5652	0.3	1/1376	0.3	0.22
	2.87	y		1/6860952557322240		1/6860952557322240	0.0	0.00
	2.00	v	0.1	1/5652	0.3	1/1376	0.3	0.22

x : Stelle x
r : Richtung: z - vertikal, y - horizontal, v - vektoriell
 $f_{EII,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{EII,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
f : maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$A_{s,tot}$ [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	Lfk
Feld 1	0.07	-12.12		6.2	184.75	-7.79	4
	3.69	-9.66		6.2	147.30	-6.21	4
	3.83	-12.46		6.2	189.89	-8.01	4
	3.90	-13.87		6.2	211.51	-8.92	4

Biegebewehrung je Ecke

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,je\ Ecke}$ [cm ²]	$A_{s,vorh.,je\ Ecke}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,je\ Ecke}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,90	3,90	1,5	1,5	1,5	1Ø14

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,00	3,90	3,90	2,1	3,4	Ø8/30

Auflagerkräfte

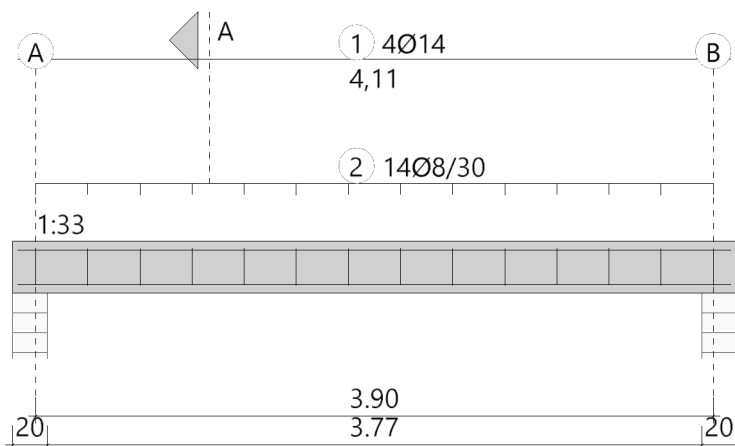
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN/m]	R _{z,max} [kN/m]	M _{y,min} [kNm/m]	M _{y,max} [kNm/m]	R _{y,min} [kN/m]	R _{y,max} [kN/m]	M _{z,min} [kNm/m]	M _{z,max} [kNm/m]
1	0.00	ständig	20.51	20.51	-13.46	-13.46				
		Windlasten		2.29	-1.50					
		Schnee H < 1000 m		10.47	-6.91					
2	3.90	ständig	21.61	21.61	13.87	13.87				
		Windlasten		2.39	1.54					
		Schnee H < 1000 m		11.37	7.25					

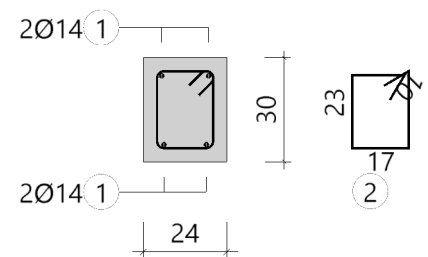
Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN/m]	M _y [kNm/m]	R _y [kN/m]	M _z [kNm/m]
1	0.00	Lk 1	45.46	-29.89		
		Lk 2	20.51	-13.46		
2	3.90	Lk 1	48.37	30.98		
		Lk 2	21.61	13.87		

Bewehrung



Schnitt A - A



POS 226

RINGBALKEN

System

Baustoffe:

Beton: C25/30

Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Breite: $b = 24 \text{ cm}$

Dicke: $h = 30 \text{ cm}$

Expositionsklasse:

XC3, WF Innen

XC3, WF Außen

Betondeckung:

$c_{\text{nom}} = c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dev}}$

unten: $c_{\text{nom}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

oben: $c_{\text{nom}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

Statisches System:

Einfeldträger $L = 3,90 \text{ m}$

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	---	
q_k	---	Windlasten Horizontal		0,34 kN/m

BEMESSUNG IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Bemessung für Biegung und Querkraft:

Grundbewehrung:

2Ø10 oben und unten; $c_v = 3,5 \text{ cm}$

Ø8/30, 2-schnittig geschlossene Bügeln

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

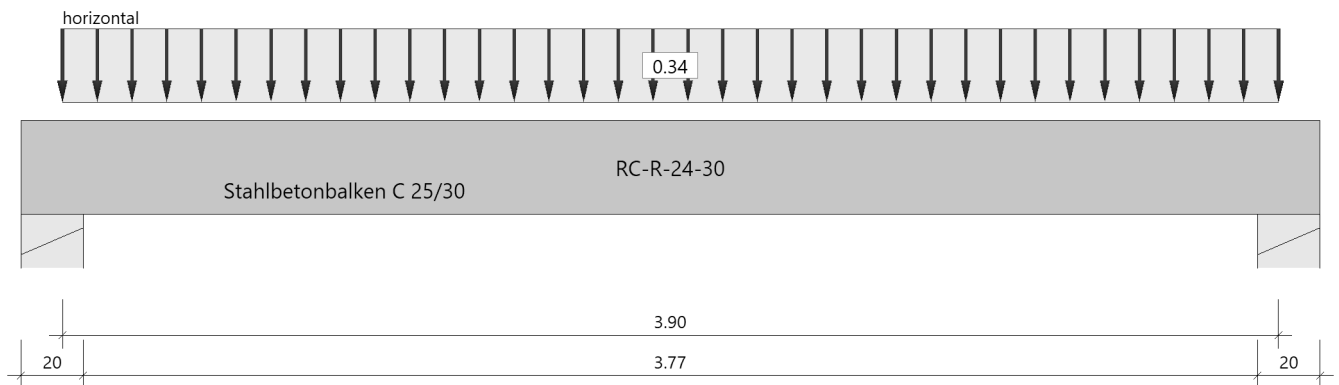
Grundparameter

Stahlbetonbalken 2-achsig $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	30.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0
2	3.90	-1	-1	0.0	-1	0.0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		3.90		0.34		Ja	Wind			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
 EG : Lasteinwirkung
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
 Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 702 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	WF
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20$ mm
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30$ mm
*1: mit $c_{min,b}$	

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	$h_0 = 13.3$ cm	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\varphi(t_0, t) = 2.81$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52$ ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 3.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.9 cm	oben = 5.1 cm
Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

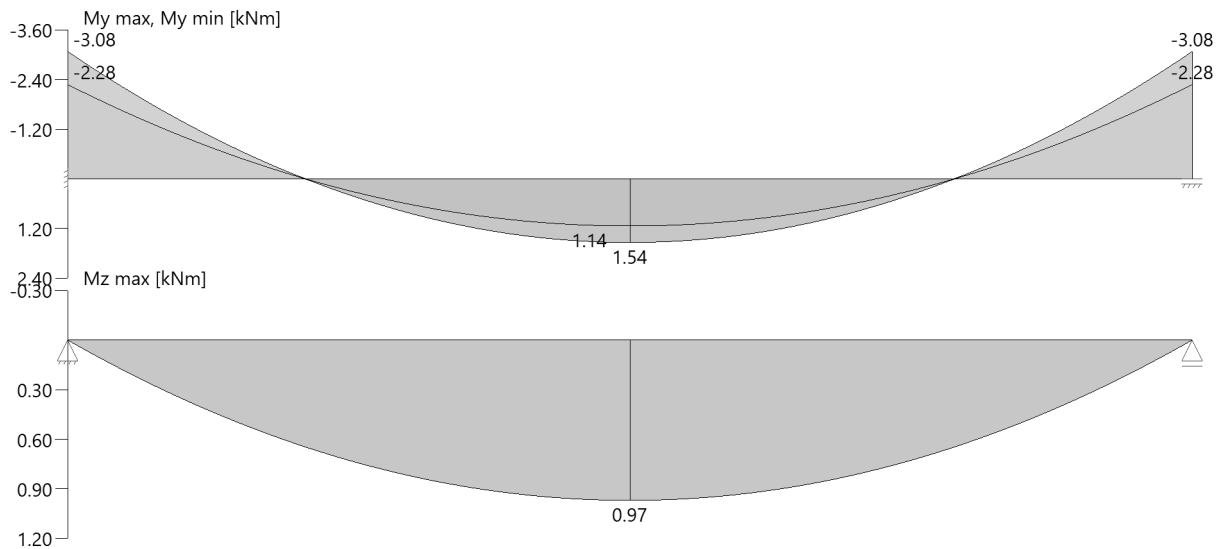
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Beton mit Mindeststützmoment $b = 20.0$ cm

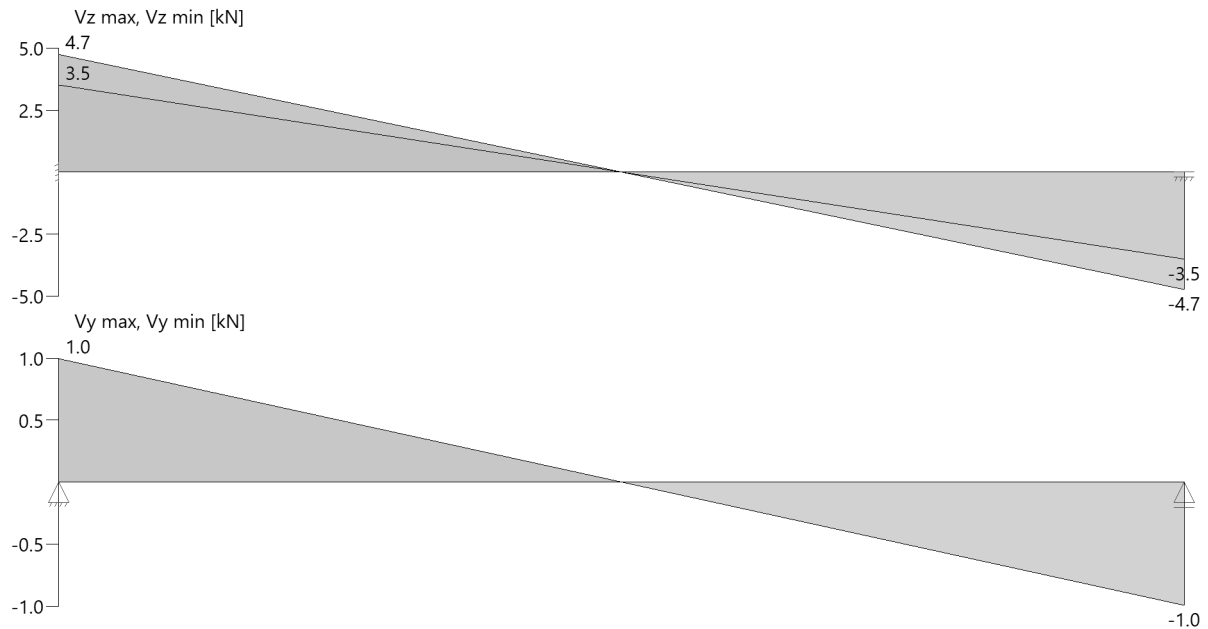
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-2.28	3.5	0.00	1.0	3
	0.00	0.00	-3.08	4.7	0.00	1.0	1
	0.00	0.00	-3.08	4.7	0.00	0.0	2
	1.95	1.95	1.54	0.0	-0.97	0.0	1
	3.90	3.90	-2.28	-3.5	0.00	-1.0	3
	3.90	3.90	-3.08	-4.7	0.00	-1.0	1
	3.90	3.90	-3.08	-4.7	0.00	0.0	2

Längsbewehrung

Längsbewehrung: in den Ecken konzentriert
Für die Biegebemessung wird nur der Steg angesetzt.
Regeln für Mindestfeldmomente und -stützmomente sind nicht geprüft.

Feld	x [m]	Myd [kNm]	Mzd [kNm]	erf As [cm ²]	ρ [%]	Lfk
Feld 1	0.07	-2.77	0.07	0.4	0.06	1
	0.26	-1.94	0.24	0.3	0.04	1
	1.95	1.54	0.97	0.2	0.03	1
	3.69	-2.16	0.19	0.3	0.05	1
	3.90	-3.08	0.00	0.5	0.06	1

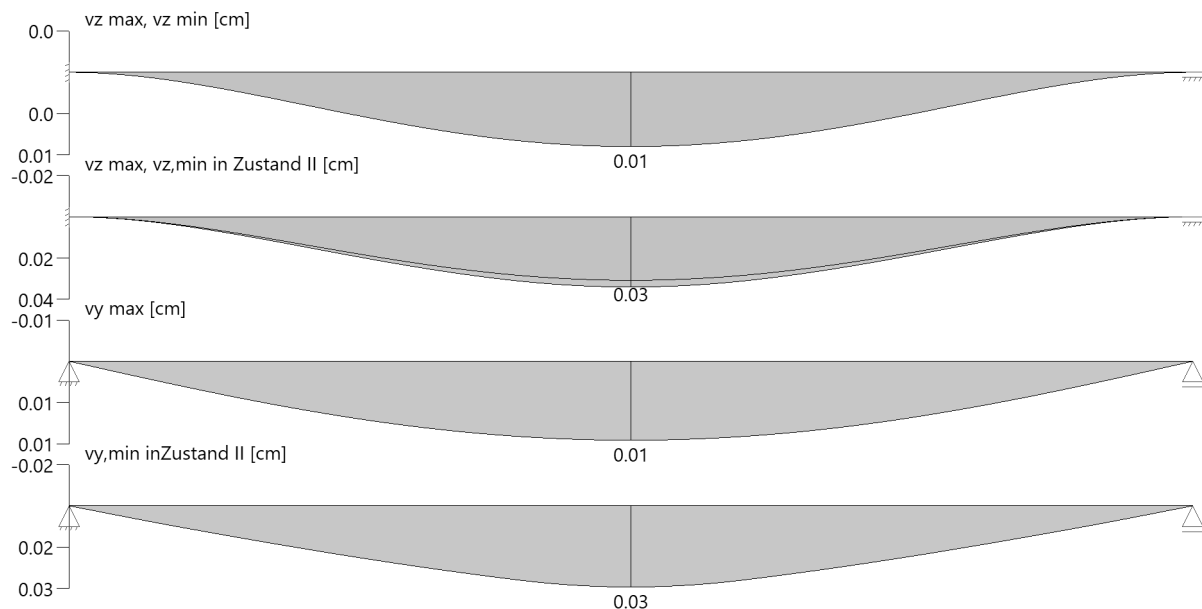
Querkraftbewehrung

Feld	x [m]	kz	Ved,y [kN]	Ved,z [kN]	Ved [kN]	θ [°]	Z [cm]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lfk
Feld 1	0.07	0.60	1.0	4.6	4.7	18.4	14.7	16.4	83.9	21.0	2.46	1
	0.07	0.60	1.0	4.6	4.7	18.4	14.7	16.4	83.9	21.0	2.46	1
	0.26	0.60	0.9	4.1	4.2	18.4	20.1	16.4	114.5	21.0	2.46	1
	0.41	0.60	0.8	3.7	3.8	18.4	20.8	16.4	118.6	21.0	2.46	1
	0.45	0.60	0.8	3.6	3.7	18.4	21.0	16.4	119.9	21.0	2.46	1
	0.62	0.91	0.7	3.2	3.3	18.4	17.6	16.4	100.3	21.0	2.46	1
	0.82	0.48	0.6	2.7	2.8	18.4	16.6	16.4	94.9	21.0	2.46	1
	0.98	0.48	0.5	2.4	2.4	18.4	15.7	16.5	89.6	21.0	2.46	1
	3.45	0.60	-0.8	-3.6	3.7	18.4	21.0	16.4	119.9	21.0	2.46	1
	3.64	0.60	-0.9	-4.1	4.2	18.4	20.1	16.4	114.5	21.0	2.46	1
	3.83	0.60	-1.0	-4.6	4.7	18.4	14.7	16.4	83.9	21.0	2.46	1

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	f _{res,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	1.95	0.01	0.01	0.01	5

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 2.81$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.52 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{\text{eff}} / 300$)

Feld	x [m]	r	$f_{\text{EII,g}}$ [cm]	$f_{\text{EII,g}} / l_{\text{eff}}$	$f_{\text{EII},\phi_{\text{E}}}$ [cm]	$f_{\text{EII},\phi_{\text{E}}} / l_{\text{eff}}$	f [cm]	η
Feld 1	1.95	z	0.01	1/26462	0.03	1/12739	0.03	0.02
	2.87	y		1/6860952557322240	0.03	1/13218	0.03	0.02
	1.95	v	0.01	1/26462	0.04	1/9172	0.04	0.03

x : Stelle x
r : Richtung: z - vertikal, y - horizontal, v - vektoriell
 $f_{\text{EII,g}}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{\text{EII},\phi_{\text{E}}}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
f : maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{\text{ck}} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	$A_{s,\text{tot}}$ [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	Lfk
Feld 1	0.07	-2.05		3.1	58.44	-1.77	6
	3.69	-1.60		3.1	45.51	-1.38	6
	3.83	-2.05		3.1	58.44	-1.77	6
	3.90	-2.28		3.1	65.22	-1.97	6

Biegebewehrung je Ecke

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,je Ecke}}$ [cm ²]	$A_{s,\text{vorh.,je Ecke}}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,\text{vorh.,je Ecke}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,90	3,90	0,1	0,8	0,8	1Ø10

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.}}$ [cm ² /m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [cm ² /m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [Anz. Ø mm / cm]
0,00	3,90	3,90	2,5	3,4	Ø8/30

Auflagerkräfte

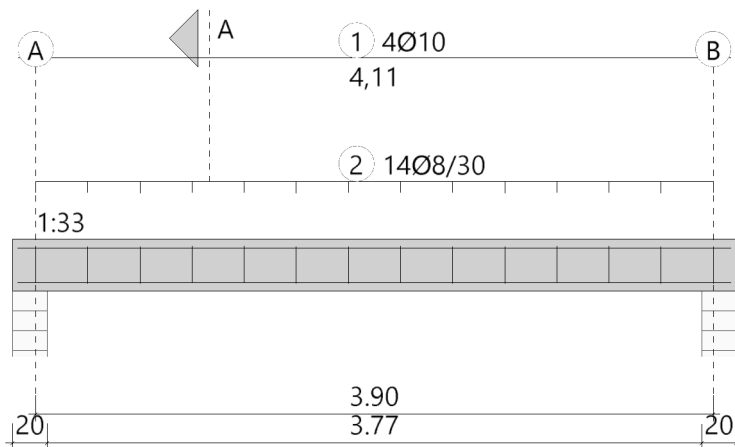
Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,\text{min}}$ [kN/m]	$R_{z,\text{max}}$ [kN/m]	$M_{y,\text{min}}$ [kNm/m]	$M_{y,\text{max}}$ [kNm/m]	$R_{y,\text{min}}$ [kN/m]	$R_{y,\text{max}}$ [kN/m]	$M_{z,\text{min}}$ [kNm/m]	$M_{z,\text{max}}$ [kNm/m]
1	0.00	ständig Windlasten	3.51	3.51	-2.28	-2.28		0.66		
2	3.90	ständig Windlasten	3.51	3.51	2.28	2.28		0.66		

Auflagerkräfte pro [m] - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN/m]	M_y [kNm/m]	R_y [kN/m]	M_z [kNm/m]
1	0.00	Lk 3	3.51	-2.28	0.99	
		Lk 2	4.74	-3.08		
		Lk 4	3.51	-2.28		
2	3.90	Lk 3	3.51	2.28	0.99	
		Lk 2	4.74	3.08		
		Lk 4	3.51	2.28		

Bewehrung



Schnitt A - A

