

1. Berechnungsoptionen

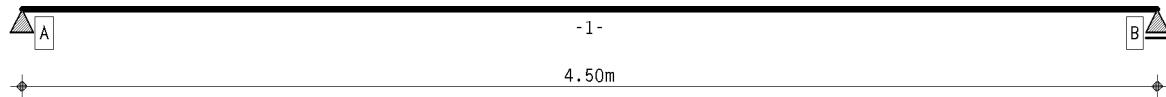
Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

Nutzungsklasse 2

Wärmeausdehnungskoeffizient Holz $\alpha_t = 0.500 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{K}$

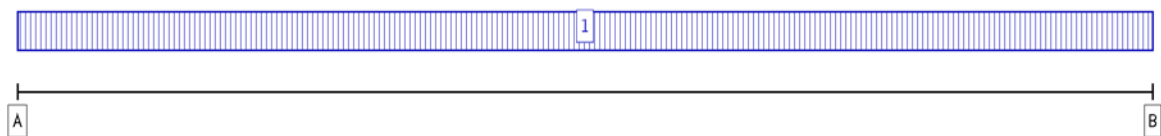
$\psi_2 = 0.60$ (Beiwert gemäß DIN EN 1995-1-1 2.3.2.2 (2))

2. Statisches System

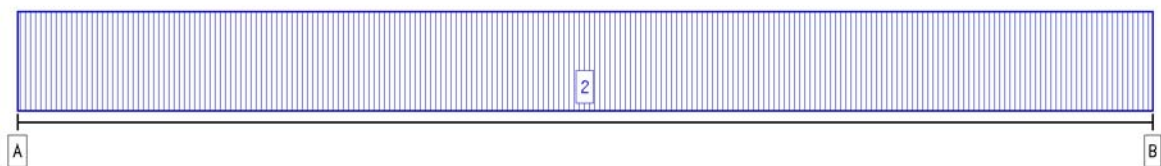


Hauptträger

3. Belastung



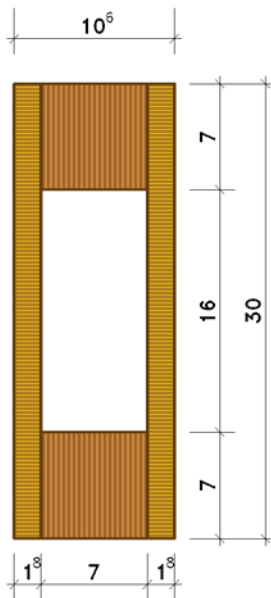
EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 1 Lastfälle)



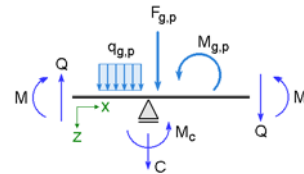
EINWIRKUNG 2: Nutzlasten (1) (veränderlich, 1 Lastfälle)

4. Hauptträger

Schnitt Maßstab 1: 5



Holzgüte Obergurt		Nadelvollholz, C24 (S10)
char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 24.0 N/mm ²	
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 4.0 N/mm ²	
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 14.5 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 21.0 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 2.5 N/mm ²	
E-Modul $E_{0,mean}$	: 11000 N/mm ²	
Dichte ρ_k/ρ_m	: 350 / 420 kg/m ³	
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.60 -	
Fläche A_{Gurt}	: 49.000 cm ²	
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 200.083 cm ⁴	
Holzgüte Steg (Faser II)		Sperrholz F40/30
$d = 18.0$ mm (hochkant)		
char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 29.0 N/mm ²	
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 9.5 N/mm ²	
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 29.0 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 21.0 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 9.0 N/mm ²	
k_{cr}	: 1.00 mm ² /N	
E-Modul $E_{0,mean}$ (Scheibe)	: 4400 N/mm ²	
E-Modul $E_{0,mean}$ (Platte)	: 6000 N/mm ²	
Dichte ρ_k/ρ_m	: 600 / 720 kg/m ³	
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.80 -	
Fläche A_{Gurt}	: 108.000 cm ²	
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 8100.000 cm ⁴	
Holzgüte Untergurt		Nadelvollholz, C24 (S10)
char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 24.0 N/mm ²	
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 4.0 N/mm ²	
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 14.5 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 21.0 N/mm ²	
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 2.5 N/mm ²	
E-Modul $E_{0,mean}$	: 11000 N/mm ²	
Dichte ρ_k/ρ_m	: 350 / 420 kg/m ³	
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.60 -	
Fläche A_{Gurt}	: 49.000 cm ²	
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 200.083 cm ⁴	
Schnittgrößendefinition:		



5. Stababschnitte

Trägerabschnitte

Abschn.	x_A m	x_E m	l m	l_v m	Kragarm	s_{ef} mm
1	0.00	4.50	4.50	4.50	-	30.0

Steifigkeitswerte Gebrauchsfähigkeit Anfangszustand

Abschn.	γ_2 -	a_2 mm	K_1 N/mm	γ_{1r} -	a_1 mm	K_3 N/mm	γ_{3r} -	a_3 mm	$EI_{ef,inst}$ Nmm ²	ϕ k_{def} -
1	1.0000	0.0	808	0.5061	-115.0	808	0.5061	115.0	1.1220E12	0.5640

Steifigkeitswerte Tragfähigkeit Anfangszustand

Abschn.	γ_2 -	a_2 mm	K_1 N/mm	γ_1 -	a_1 mm	K_3 N/mm	γ_3 -	a_3 mm	$EI_{ef,inst}$ Nmm ²	$I_{ef,inst}$ mm ²	$h_{q,inst}$ mm	$A_{q,inst}$ mm
1	1.0000	-0.0	538	0.4059	-115.0	538	0.4059	115.0	9.7911E11	89009616.00	15.00	82.01

Steifigkeitswerte Tragfähigkeit Endzustand

Abschn.	γ_2 -	a_2 mm	K_1 N/mm	γ_1 -	a_1 mm	K_3 N/mm	γ_3 -	a_3 mm	$EI_{ef,inf}$ Nmm ²	$I_{ef,inf}$ mm ²	$h_{q,inf}$ mm	$A_{q,inf}$ mm
1	1.0000	0.0	294	0.3366	-115.0	294	0.3366	115.0	6.2603E11	77399552.00	15.00	82.31

Nettoquerschnittswerte

Abschn.	$A_{n,2}$ cm ²	$W_{n,2}$ cm ³	$I_{n,2}$ cm ⁴	$A_{n,1}$ cm ²	$W_{n,1}$ cm ³	$I_{n,1}$ cm ⁴	$A_{n,3}$ cm ²	$W_{n,3}$ cm ³	$I_{n,3}$ cm ⁴
1	108.00	540.00	8100.00	49.00	57.17	200.08	49.00	57.17	200.08

6. Verbindungsmittel

Abschnitt 1 von $x_A = 0.00$ m bis $x_E = 4.50$

Nagel, 2.2 x 45.0 mm, $d_k = 5.5$ mm, nicht vorgebohrt

2-reihig mit $a_1 = 30.0$ mm

2 - reihig mit $a_2 = 15.4$ mm, vereinfachter Nachweis nach NA.8.2.4

Nagel endet in Holz 2, Einschlagtiefe $t = 27$ mm $>$ 4 $d = 9$ mm, 1 Scherfläche

$f_{uk} = 600$ N/mm², $M_{yk} = 1398$ Nmm

$K_{ser} = 808$ N/mm, $\gamma_M = 1.10$, $R_k = 452.9$ N, alle Werte pro Scherfläche

7. Lager

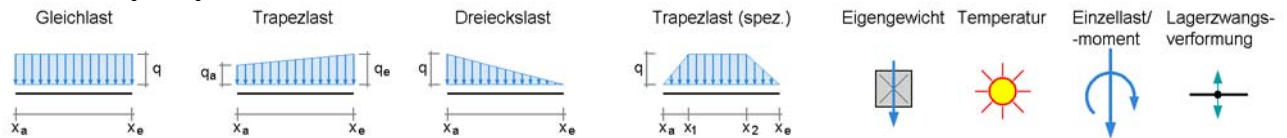
Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	CF kN/m	CM kNm/-	Festhaltung (F) (M)	
A	0.00	150	36	fest	----	X	-
B	4.50	150	36	fest	----	X	-

8. Einwirkungen

Achtung! Gemäß DIN EN 1995-1-1, Anhang B.1

dürfen nachgiebig verbundene Querschnitte nur mit Streckenlasten belastet werden



1. Ständige Einwirkung: ständige Lasten

1. Additiver Lastfall: Eigengewicht (1)

→ Gleichlast: $q = 1.00 \text{ kN/m}$ von $x_a = 0.00 \text{ m}$ bis $x_e = 4.50 \text{ m}$

2. Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

→ Gleichlast: $q = 2.00 \text{ kN/m}$ von $x_a = 0.00 \text{ m}$ bis $x_e = 4.50 \text{ m}$

9. Nachweise

1: EC 5 Tragfähigkeit

Beulnachweis nach DIN EN 1995, 9.1.1(7) wird geführt

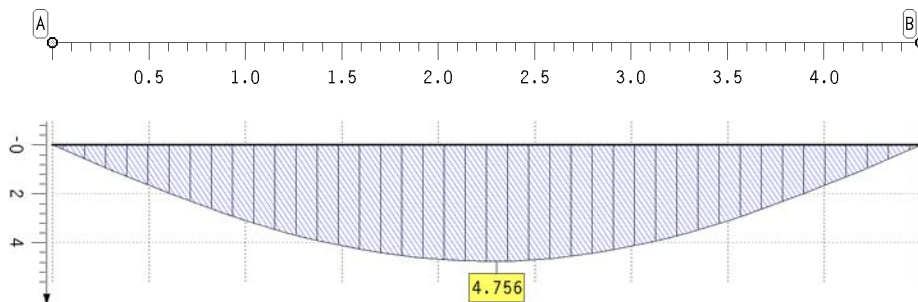
Nachweis der Auflagerpressung DIN EN 1995, 6.1.5 wird geführt

Extremierung 1

10. Einwirkungsergebnisse

10.1. Einwirkung 1: ständige Lasten

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

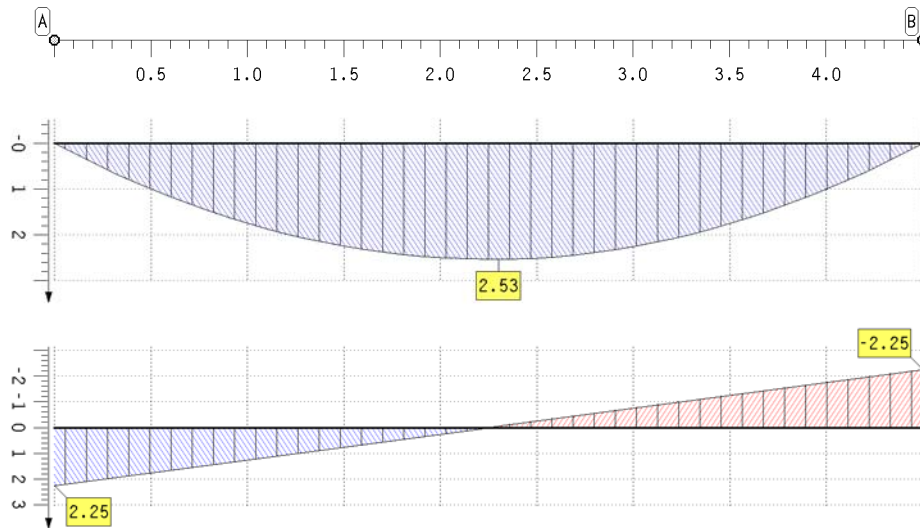


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: 0.00
Max: 4.76

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

Punkt	x m	min w mm	max w mm	Punkt	x m	min w mm	max w mm
A	0.000	0.00	0.00	B	4.500	0.00	0.00
	1.200	3.56	3.56	Minimum		0.00	0.00
	2.200	4.76	4.76	Maximum		4.76	4.76
	3.200	3.77	3.77				

extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -0.00
Max: 2.53

Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -2.25
Max: 2.25

extremale Schnittgrößen

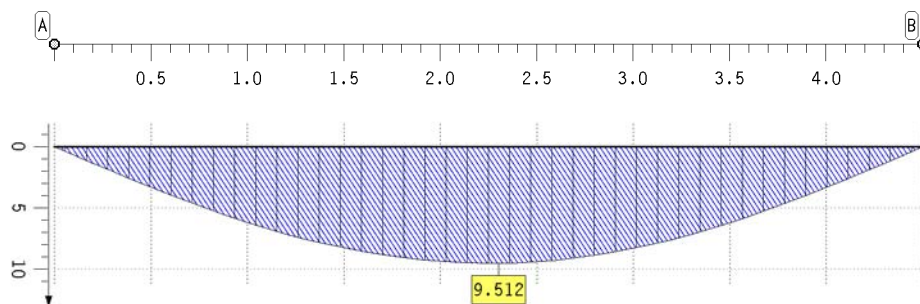
Punkt	x	min M	max M	min V	max V	Punkt	x	min M	max M	min V	max V
-	m	kNm	kNm	kN	kN	-	m	kNm	kNm	kN	kN
A	0.000	-0.00	-0.00	2.25	2.25	B	4.500	0.00	0.00	-2.25	-2.25
	1.100	1.87	1.87	1.15	1.15	Minimum		-0.00	-0.00	-2.25	-2.25
	2.200	2.53	2.53	0.05	0.05	Maximum		2.53	2.53	2.25	2.25
	3.400	1.87	1.87	-1.15	-1.15						

extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-2.25	-2.25
B	4.500	-2.25	-2.25

10.2. Einwirkung 2: Nutzlasten (1)

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

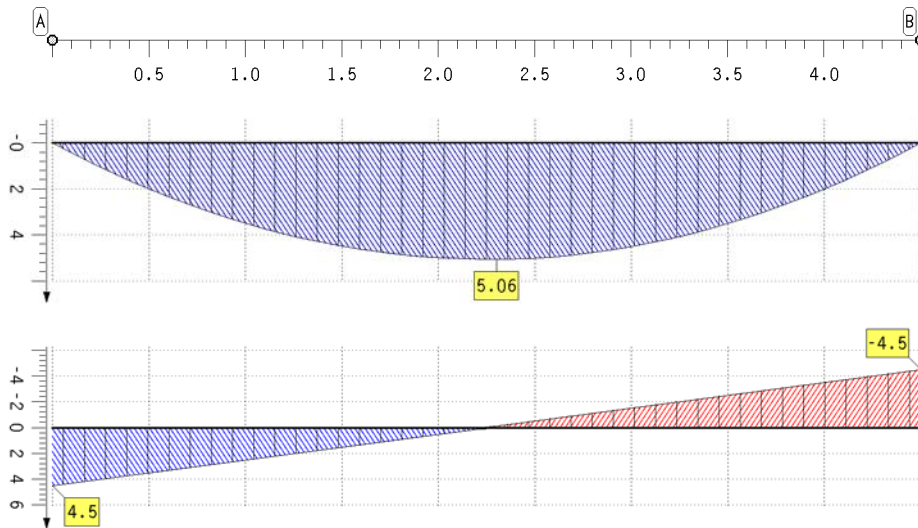


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: 0.00
Max: 9.51

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

Punkt	x	min w	max w	Punkt	x	min w	max w
-	m	mm	mm	-	m	mm	mm
A	0.000	0.00	0.00	B	4.500	0.00	0.00
	1.200	0.00	7.12	Minimum		0.00	0.00
	2.200	0.00	9.51	Maximum		0.00	9.51
	3.200	0.00	7.54				

extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -0.00
Max: 5.06

Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -4.50
Max: 4.50

extremale Schnittgrößen

Punkt	x	min M	max M	min V	max V	Punkt	x	min M	max M	min V	max V
-	m	kNm	kNm	kN	kN	-	m	kNm	kNm	kN	kN
A	0.000	-0.00	-0.00	0.00	4.50	B	4.500	0.00	0.00	-4.50	-0.00
	1.100	0.00	3.74	0.00	2.30	Minimum		-0.00	-0.00	-4.50	-0.00
	2.200	0.00	5.06	0.00	0.10	Maximum		0.00	5.06	0.00	4.50
	3.400	0.00	3.74	-2.30	-0.00						

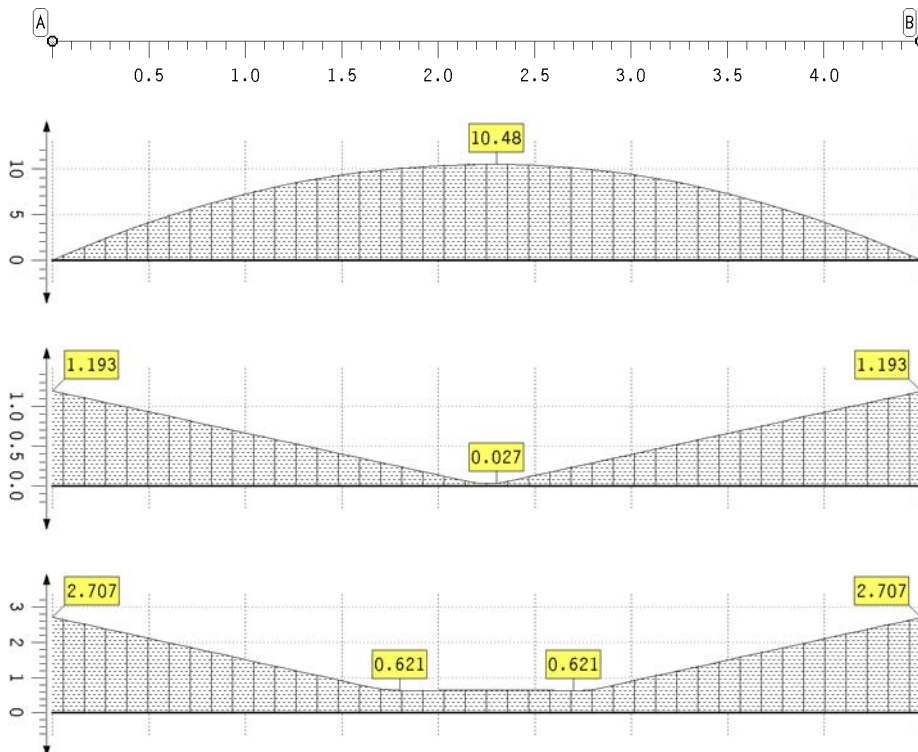
extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-4.50	-0.00
B	4.500	-4.50	-0.00

11. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

11.1. Tragfähigkeitsnachweis

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises

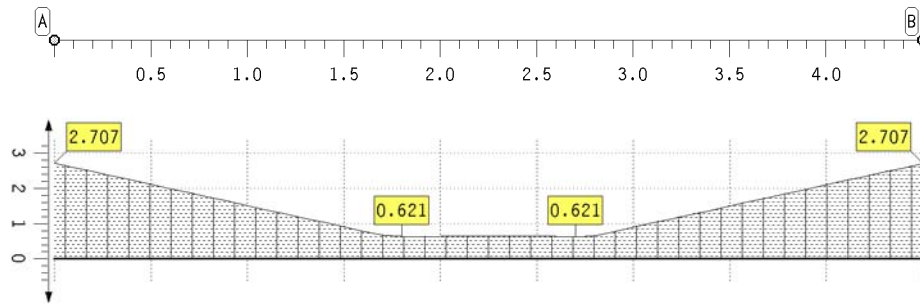


Biegespannung
Hauptträger
 σ_h in MN/m²
Max: 10.48

Schubspannung
Hauptträger
 τ_h in MN/m²
Max: 1.19

Ausnutzung
Hauptträger
Max: 2.71

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



maximale
Ausnutzung
Max: 2,71

maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-
A	0.000	2.707	B	4.500	2.707
	1.800	0.621	Minimum		0.621
	2.800	0.662	Maximum		2.707

extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-9.79	-2.25
B	4.500	-9.79	-2.25

Nachweis der Lagerpressung

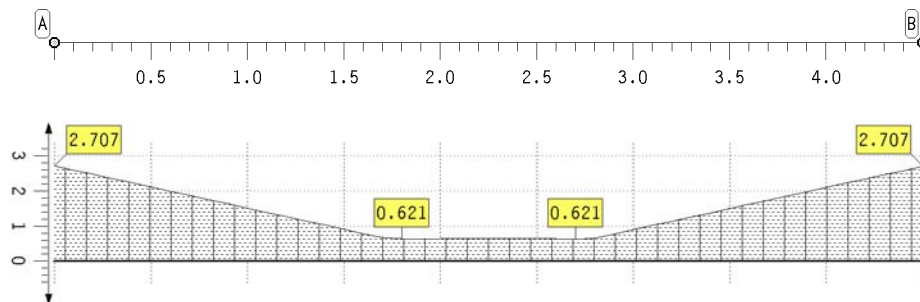
Lager	l_{ef}	A_{ef}	A_p	k_{c90}	k_{mod}	f_{c90d}	σ_{c90d}	u
	mm	mm ²	N		-	N/mm ²	N/mm ²	-
A	180	6480	9788	1.00	0.80	5.54	1.51	0.27
B	180	6480	9788	1.00	0.80	5.54	1.51	0.27

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 0,273) erfüllt!

12. Zusammenfassung

12.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung
Max: 2,71

maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-
A	0.000	2.707	B	4.500	2.707
	1.800	0.621	Minimum		0.621
	2.800	0.662	Maximum		2.707

Nachweis der Lagerpressung

Lager	l_{ef}	A_{ef}	A_p	k_{c90}	k_{mod}	f_{c90d}	σ_{c90d}	u
	mm	mm ²	N		-	N/mm ²	N/mm ²	-
A	180	6480	9788	1.00	0.80	5.54	1.51	0.27
B	180	6480	9788	1.00	0.80	5.54	1.51	0.27

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 0,273) erfüllt!

13. Ausnutzungen aller Nachweise

Nachweis der Tragfähigkeit ($u = 2.707$) nicht erfüllt!

14. Detailnachweispunkte

14.1. Nachweis der Tragfähigkeit bei $x = 0.00$ m

Schnittgrößen

Zustand	M kNm	V kN	M ₁ Nmm	N ₁ N	M ₂ Nmm	N ₂ N	M ₃ Nmm	N ₃ N
Anfang,min	-0.00	2.25	-0	0	-0	-0	-0	-0
Anfang,max	-0.00	9.79	-0	0	-0	-0	-0	-0
End,min	-0.00	2.25	-0	0	-0	-0	-0	-0
End,max	-0.00	9.79	-0	0	-0	-0	-0	-0

Spannungen und Ausnutzung Steg

Zustand	k _{mod,2} -	σ _{m,2} N/mm ²	σ _{c,2} N/mm ²	u _{σ,2} -	τ ₂ N/mm ²	u _τ -	u ₂ -
Anfang	0.8	0.00	0.00	0.00	1.19	0.20	0.20
End	0.8	0.00	0.00	0.00	1.19	0.20	0.20

Spannungen und Ausnutzung Gurte

Zustand	k _{mod,1} -	σ _{m,1} N/mm ²	σ _{c,1} N/mm ²	u ₁ -	k _{mod,3} -	σ _{m,3} N/mm ²	σ _{c,3} N/mm ²	u ₃ -
Anfang	0.8	0.00	0.00	0.00	0.8	0.00	-0.00	0.00
End	0.8	0.00	0.00	0.00	0.8	0.00	-0.00	0.00

Verbindungsmittel

Zustand	F _{1,d} N	u _{1,d} -	F _{2,d} N	u _{2,d} -
Anfang	-755	2.71	755	2.71
End	-720	2.58	720	2.58

14.1.1. Nachweis des Stegbeulens nach DIN EN 1995, 9.1.1(7) mit $b_w/h_w = 18/160$ mm

Gl. (9.8) $h_w = 16 \leq 70$ $b_w = 126$

Gl. (9.9) $V_d = 9.79$ kN ≤ 484.06 kN

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt $u_{res} = 2.707$