

1. Berechnungsoptionen

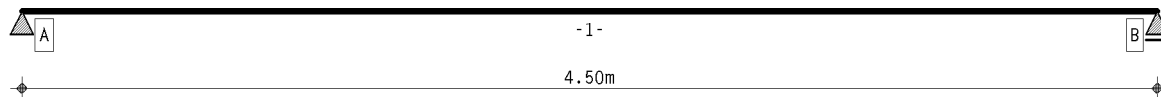
Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

Nutzungsklasse 2

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

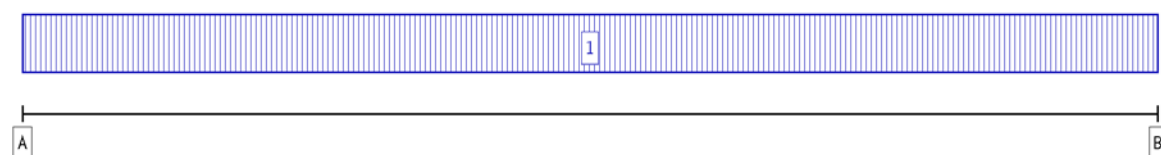
$\psi_2 = 0.60$ (Beiwert gemäß DIN EN 1995-1-1 2.3.2.2 (2))

2. Statisches System

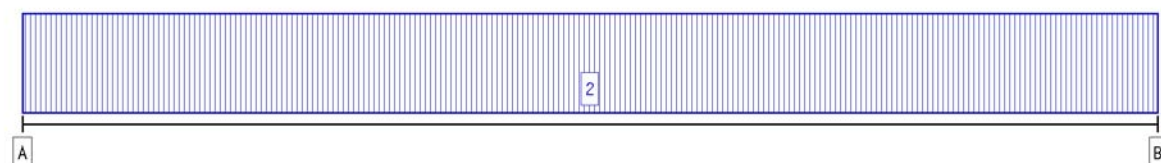


Hauptträger

3. Belastung



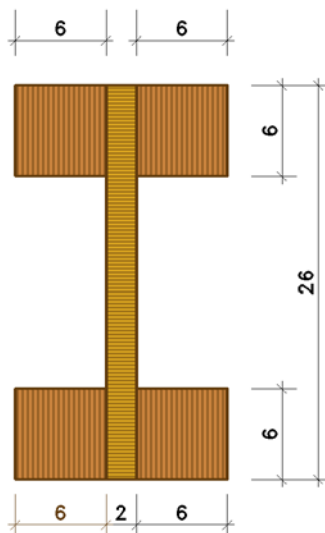
EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 1 Lastfälle)



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

4. Hauptträger

Schnitt Maßstab 1: 5



Holzgüte Obergurt

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}	: 72.000 cm ²
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 216.000 cm ⁴

Holzgüte Steg (Faser II)

d = 20.0 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}	: 52.000 cm ²
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 2929.333 cm ⁴

Holzgüte Untergurt

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

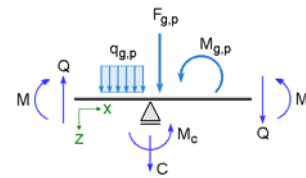
Nadelvollholz, C24 (S10)

Sperrholz F40/30

Nadelvollholz, C24 (S10)



Dichte ρ_k/ρ_m : 350 / 420 kg/m³
 Verformungsbeiwert k_{def} : 0.60 -
 Fläche A_{Gurt} : 72.000 cm²
 Trägheitsmoment I_{Gurt} : 216.000 cm⁴
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	-	n.e.

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	$E I_{ef,inst}$ Nmm ²	ϕ k_{def} -
1	1.0000	-0.0	1	1.0000	-100.0	1	1.0000	100.0	1.7604E12	0.3681

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	$E I_{ef,inst}$ Nmm ²	$I_{ef,inst}$ mm ²	$h_{q,inst}$ mm	$A_{q,inst}$ mm
1	1.0000	-0.0	1	1.0000	-100.0	1	1.0000	100.0	1.7604E12	160037328.0	13.00	34.67

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	$E I_{ef,inf}$ Nmm ²	$I_{ef,inf}$ mm ²	$h_{q,inf}$ mm	$A_{q,inf}$ mm
1	1.0000	0.0	1	1.0000	-100.0	1	1.0000	100.0	1.2867E12	159087280.0	13.00	34.67

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	52.00	225.33	2929.33	72.00	72.00	216.00	72.00	72.00	216.00

6. Verbindungsmittel

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

7. Lager

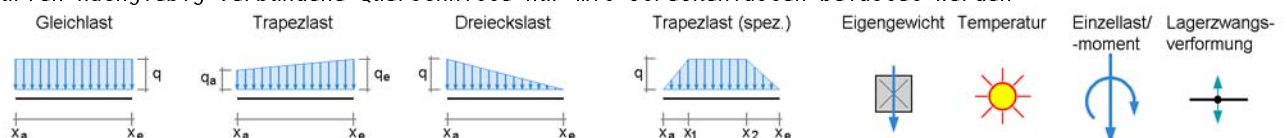
Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	c_F kN/m	c_M kNm/-	Festhaltung (F) (M)
A	0.00	150	20	fest	----	X -
B	4.50	150	20	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: $q = 1.50$ kN/m von $x_A = 0.00$ m bis $x_E = 4.50$ m

2. Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

→ Gleichlast: $q = 2.00$ kN/m von $x_A = 0.00$ m bis $x_E = 4.50$ m

9. Nachweise

1: EC 5 Tragfähigkeit

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

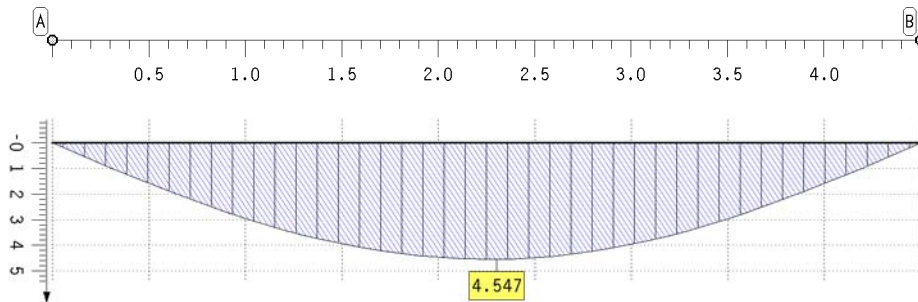
Nachweis der Auflagerpressung DIN EN 1995, 6.1.5 wird geführt

Extremierung 1

10. Einwirkungsergebnisse

10.1. Einwirkung 1: ständige Lasten

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

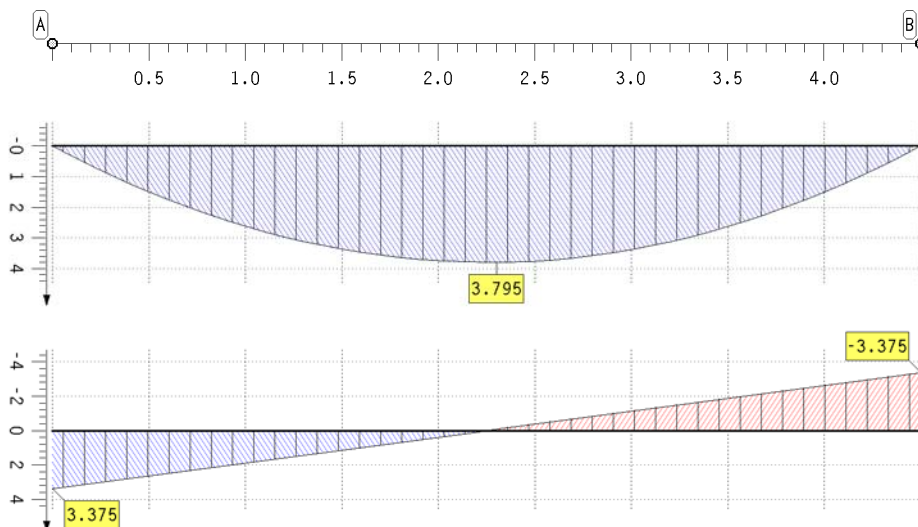


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: 0.00
Max: 4.55

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	3.40	3.40	Minimum		0.00	0.00
	2.200	4.55	4.55	Maximum		4.55	4.55
	3.200	3.61	3.61				

extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: 0.00
Max: 3.80

Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -3.38
Max: 3.38

extremale Schnittgrößen

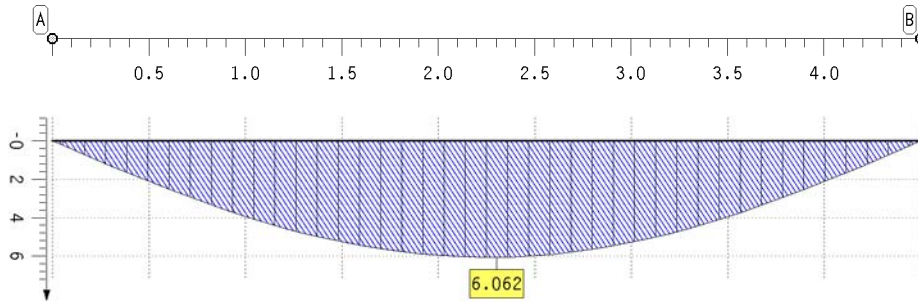
Punkt	x	min M	max M	min V	max V	Punkt	x	min M	max M	min V	max V
-	m	kNm	kNm	kN	kN	-	m	kNm	kNm	kN	kN
A	0.000	0.00	0.00	3.38	3.38	B	4.500	0.00	0.00	-3.38	-3.38
	1.100	2.81	2.81	1.73	1.73	Minimum		0.00	0.00	-3.38	-3.38
	2.200	3.80	3.80	0.08	0.08	Maximum		3.80	3.80	3.38	3.38
	3.400	2.81	2.81	-1.73	-1.73						

extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-3.38	-3.38
B	4.500	-3.38	-3.38

10.2. Einwirkung 2: Nutzlasten (1)

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

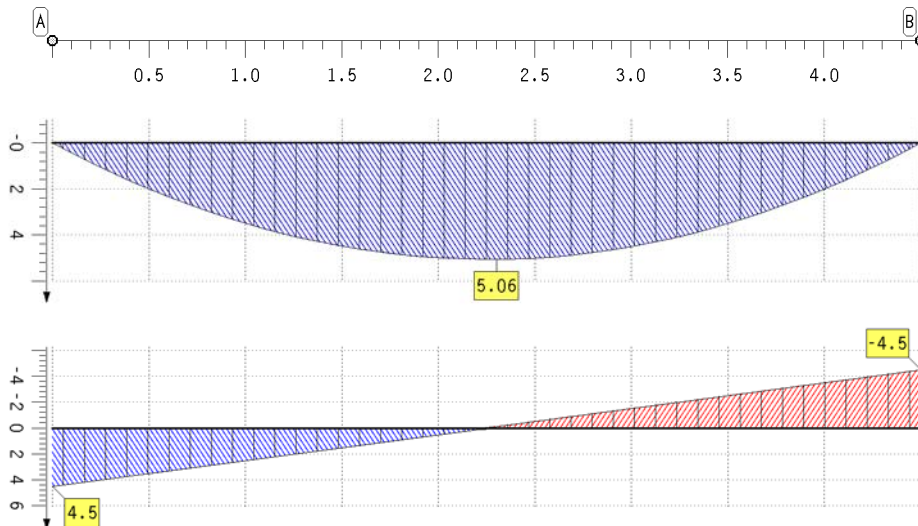


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: 0.00
Max: 6.06

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	4.54	Minimum		0.00	0.00
	2.200	0.00	6.06	Maximum		0.00	6.06
	3.200	0.00	4.81				

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						

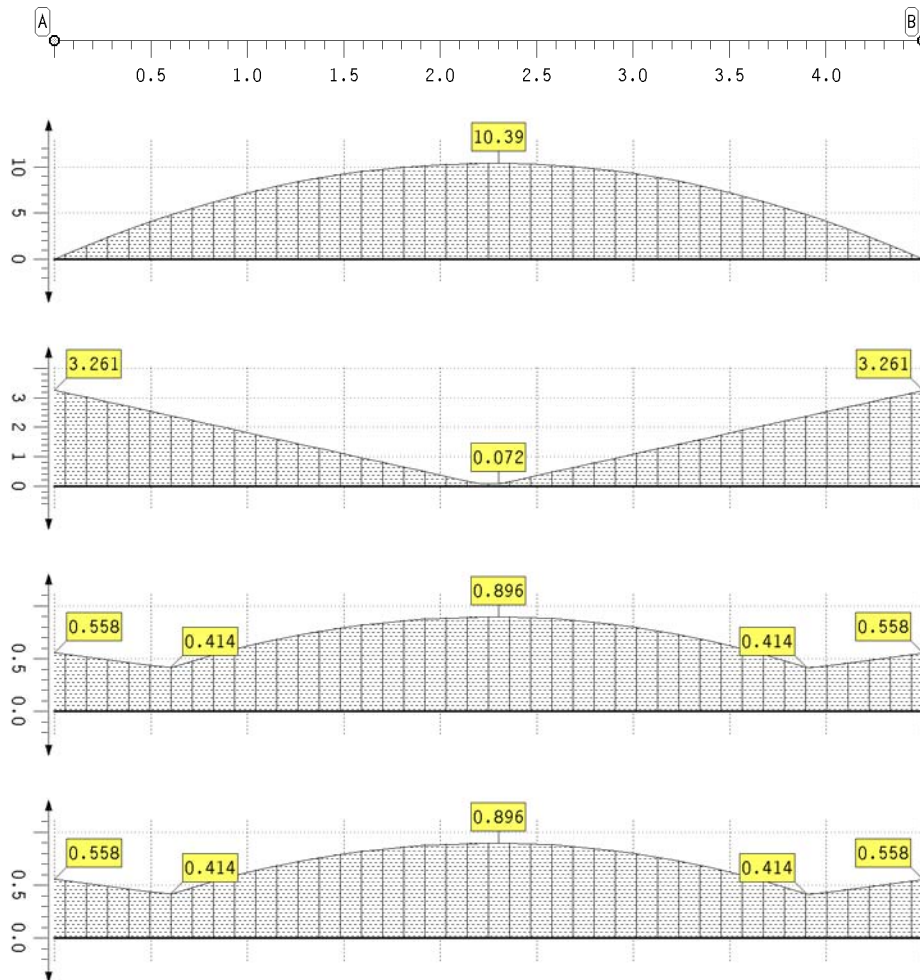
extremale Lagerkräfte

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: 10.39

Schubspannung
Hauptträger
 τ_h in MN/m²
Max: 3.26

Ausnutzung
Hauptträger
Max: 0.90

maximale
Ausnutzung
Max: 0.90

maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-	-	m	-
A	0.000	0.558		2.200	0.896	B	4.500	0.558
	0.600	0.414		3.000	0.796	Minimum		0.414
	1.400	0.768		3.900	0.414	Maximum		0.896

extremale Lagerkräfte

Punkt	x m	min AP kN	max AP kN
-	-	-	-
A	0.000	-11.31	-3.38
B	4.500	-11.31	-3.38

Nachweis der Lagerpressung

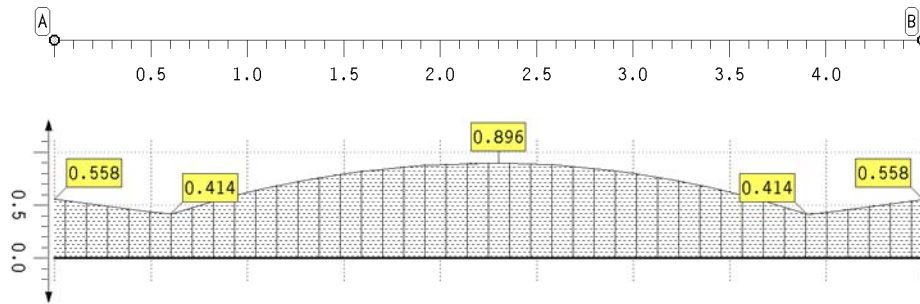
Lager	l_{ef} mm	A_{ef} mm ²	A_p N	k_{c90}	k_{mod} -	f_{c90d} N/mm ²	σ_{c90d} N/mm ²	u
-	-	-	-	-	-	-	-	-
A	180	3600	11306	1.00	0.80	5.54	3.14	0.57
B	180	3600	11306	1.00	0.80	5.54	3.14	0.57

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger (u = 0.567) erfüllt!

12. Zusammenfassung

12.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung
Max: 0.90

maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-	-	m	-
A	0.000	0.558	2.200	0.896	B	4.500	0.558	
	0.600	0.414	3.000	0.796	Minimum		0.414	
	1.400	0.768	3.900	0.414	Maximum		0.896	

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	3600	11306	1.00	0.80	5.54	3.14	0.57
B	180	3600	11306	1.00	0.80	5.54	3.14	0.57

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 0.567) erfüllt!

13. Ausnutzungen aller Nachweise

Alle Nachweise erfüllt!

14. Detailnachweispunkte

14.1. Nachweis der Tragfähigkeit bei x = 0.00 m

Schnittgrößen

Zustand	M	V	M ₁	N ₁	M ₂	N ₂	M ₃	N ₃
	kNm	kN	Nmm	N	Nmm	N	Nmm	N
Anfang,min	-0.00	3.38	-0	0	-0	-0	-0	-0
Anfang,max	0.00	11.31	0	-0	0	0	0	0
End,min	-0.00	3.38	-0	0	-0	-0	-0	-0
End,max	0.00	11.31	0	-0	0	0	0	0

Spannungen und Ausnutzung Steg

Zustand	$k_{mod,2}$	$\sigma_{m,2}$	$\sigma_{c,2}$	$u_{\sigma,2}$	τ_2	u_{τ}	u_2
	-	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	-	-
Anfang	0.8	0.00	0.00	0.00	3.26	0.56	0.56
End	0.8	0.00	0.00	0.00	3.26	0.56	0.56

Spannungen und Ausnutzung Gurte

Zustand	$k_{mod,1}$	$\sigma_{m,1}$	$\sigma_{c,1}$	u_1	$k_{mod,3}$	$\sigma_{m,3}$	$\sigma_{c,3}$	u_3
	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
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

Klebefuge mit $f_{v1,d} = 1.354$ N/mm²

Zustand	$S_{1,d}$	$\tau_{1,d}$	$u_{1,d}$	$S_{2,d}$	$\tau_{2,d}$	$u_{2,d}$
	cm ²	N/mm ²	-	cm ²	N/mm ²	-
Anfang	720	0.4264	0.31	720	0.4264	0.31
End	720	0.4264	0.31	720	0.4264	0.31

14.1.1. Nachweis des Stegbeulens nach DIN EN 1995, 9.1.1(7) mit $b_w/h_w = 20/140$ mm

Gl. (9.8) $h_w = 14 \leq 70$ $b_w = 140$

Gl. (9.9) $V_d = 11.31$ kN ≤ 233.85 kN

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt $u_{res} = 0.558$