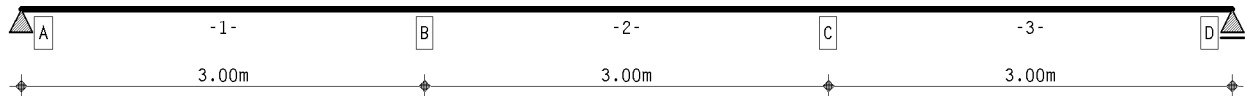


1. Berechnungsoptionen

Berechnung nach DIN 1052:2008

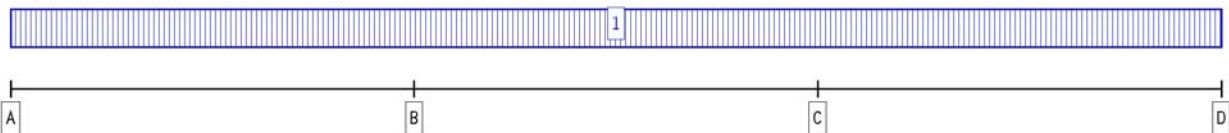
Nutzungs-kategorie 1

2. Statisches System

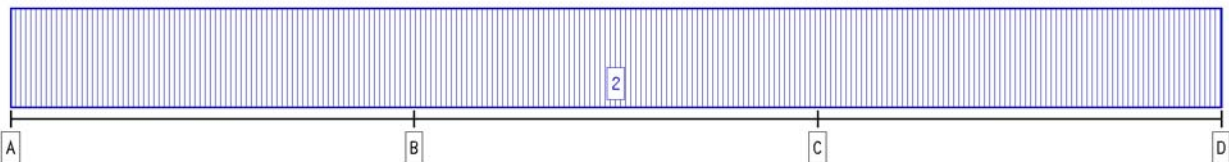


Hauptträger

3. Belastung



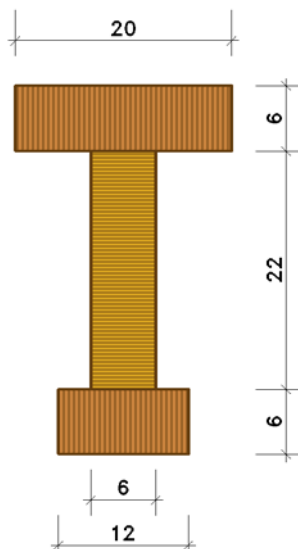
EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 1 Lastfälle)



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

4. Hauptträger

Schnitt Maßstab 1: 7



Holzgüte Obergurt

char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 30.0 N/mm ²
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 2.0 N/mm ²
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 18.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 23.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 2.7 N/mm ²
E-Modul $E_{0,mean}$	: 12000 N/mm ²
Dichte ρ_k/ρ_m	: 380 / 456 kg/m ³
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.60 -
Fläche A_{Gurt}	: 120.000 cm ²
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 360.000 cm ⁴

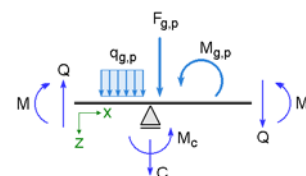
Holzgüte Steg

char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 30.0 N/mm ²
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 2.0 N/mm ²
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 18.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 23.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 2.7 N/mm ²
E-Modul $E_{0,mean}$	: 12000 N/mm ²
Dichte ρ_k/ρ_m	: 380 / 456 kg/m ³
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.60 -
Fläche A_{Gurt}	: 132.000 cm ²
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 5324.000 cm ⁴

Holzgüte Untergurt

char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$	: 30.0 N/mm ²
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$	: 2.0 N/mm ²
char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$	: 18.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$	: 23.0 N/mm ²
char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$	: 2.7 N/mm ²
E-Modul $E_{0,mean}$	: 12000 N/mm ²
Dichte ρ_k/ρ_m	: 380 / 456 kg/m ³
Verformungsbeiwert k_{def}	: 0.60 -
Fläche A_{Gurt}	: 72.000 cm ²
Trägheitsmoment I_{Gurt}	: 216.000 cm ⁴

Schnittgrößendefinition:



5. Stababschnitte

Trägerabschnitte

Abschn.	x_A m	x_E m	l m	l_{ef} m	i_z mm	k -	λ -	$\lambda_{rel,c}$ -	k_c -	l_v m	Kragarm	s_{ef} mm
1	0.00	3.00	3.00	4.50	57.8000	1.4857	77.8547	1.3288	0.4651	9.00	-	45.0
2	3.00	6.00	3.00	4.50	57.8000	1.4857	77.8547	1.3288	0.4651	9.00	-	74.0
3	6.00	9.00	3.00	4.50	57.8000	1.4857	77.8547	1.3288	0.4651	9.00	-	45.0

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	$E I_{ef,inst}$ Nmm ²	$\emptyset k_{def}$ -
1	1.0000	-9.9	934	0.5419	-130.1	934	0.6635	149.9	3.3324E12	0.6000
2	1.0000	-6.9	934	0.4184	-133.1	934	0.5452	146.9	2.7994E12	0.6000
3	1.0000	-9.9	934	0.5419	-130.1	934	0.6635	149.9	3.3324E12	0.6000

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	-7.5	623	0.4409	-132.5	623	0.5679	147.5	2.8991E12	241589456.0	11.75	142.56
2	1.0000	-4.8	623	0.3241	-135.2	623	0.4442	144.8	2.3695E12	197458784.0	11.48	138.05
3	1.0000	-7.5	623	0.4409	-132.5	623	0.5679	147.5	2.8991E12	241589456.0	11.75	142.56

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	-7.5	389	0.4409	-132.5	389	0.5679	147.5	1.8119E12	241589456.0	11.75	142.56
2	1.0000	-4.8	389	0.3241	-135.2	389	0.4442	144.8	1.4809E12	197458784.0	11.48	138.05
3	1.0000	-7.5	389	0.4409	-132.5	389	0.5679	147.5	1.8119E12	241589456.0	11.75	142.56

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	132.00	484.00	5324.00	120.00	120.00	360.00	72.00	72.00	216.00
2	132.00	484.00	5324.00	120.00	120.00	360.00	72.00	72.00	216.00
3	132.00	484.00	5324.00	120.00	120.00	360.00	72.00	72.00	216.00

6. Verbindungsmittel

Abschnitt 1 von $x_A = 0.00$ m bis $x_E = 3.00$ m

Nagel, 4.2 x 100.0 mm, $d_k = 20.0$ mm, nicht vorgebohrt

1-reihig mit $a_1 = 45.0$ mm

1 - reihig, vereinfachter Nachweis nach DIN 1052:2008, 12.2(2)

Nagel endet in Holz 2, Einschlagtiefe $t = 40$ mm > $4 d = 17$ mm, 1 Scherfläche

$f_{uk} = 600$ N/mm², $M_{yk} = 7511$ Nmm

$K_{ser} = 934$ N/mm, $\gamma_M = 1.10$, $R_k = 1130.6$ N, alle Werte pro Scherfläche

Abschnitt 2 von $x_A = 3.00$ m bis $x_E = 6.00$ m

Nagel, 4.2 x 100.0 mm, $d_k = 0.0$ mm, nicht vorgebohrt

1-reihig mit $a_1 = 74.0$ mm

1 - reihig, vereinfachter Nachweis nach DIN 1052:2008, 12.2(2)

Nagel endet in Holz 2, Einschlagtiefe $t = 40$ mm > $4 d = 17$ mm, 1 Scherfläche

$f_{uk} = 600$ N/mm², $M_{yk} = 7511$ Nmm

$K_{ser} = 934$ N/mm, $\gamma_M = 1.10$, $R_k = 1130.6$ N, alle Werte pro Scherfläche

Abschnitt 3 von $x_A = 6.00$ m bis $x_E = 9.00$ m

Nagel, 4.2 x 100.0 mm, $d_k = 0.0$ mm, nicht vorgebohrt

1-reihig mit $a_1 = 45.0$ mm

1 - reihig, vereinfachter Nachweis nach DIN 1052:2008, 12.2(2)

Nagel endet in Holz 2, Einschlagtiefe $t = 40$ mm > $4 d = 17$ mm, 1 Scherfläche

$f_{uk} = 600$ N/mm², $M_{yk} = 7511$ Nmm

$K_{ser} = 934$ N/mm, $\gamma_M = 1.10$, $R_k = 1130.6$ N, alle Werte pro Scherfläche

7. Lager

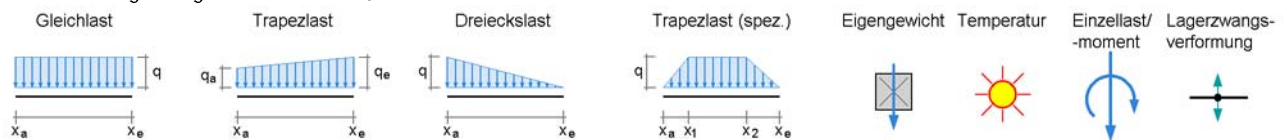
Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	c_F kN/m	c_M kNm/-	Festhaltung (F) (M)	
A	0.00	150	120	fest	----	X	-
B	3.00	0	120	----	----	-	-
C	6.00	0	120	----	----	-	-
D	9.00	150	120	fest	----	X	-

8. Einwirkungen

Achtung! Gemäß DIN 1052, 8.6.2 (2)

dürfen nachgiebig verbundene Querschnitte nur mit Streckenlasten belastet werden



1. Ständige Einwirkung: ständige Lasten

1. Additiver Lastfall: Eigengewicht (1)

→ Gleichlast: $q = 0.35 \text{ kN/m}$ von $x_a = 0.00 \text{ m}$ bis $x_e = 9.00 \text{ m}$

2. Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

→ Gleichlast: $q = 0.70 \text{ kN/m}$ von $x_a = 0.00 \text{ m}$ bis $x_e = 9.00 \text{ m}$

9. Nachweise

1: DIN 1052:2008 Tragfähigkeit

Beulnachweis nach DIN 1052, 10.5.1(3) wird geführt

Knicknachweis des Druckgurtes nach DIN 1052, 10.3.1 wird geführt

Nachweis der Auflagerpressung DIN 1052, 10.2.4 wird geführt

Extremierung 1

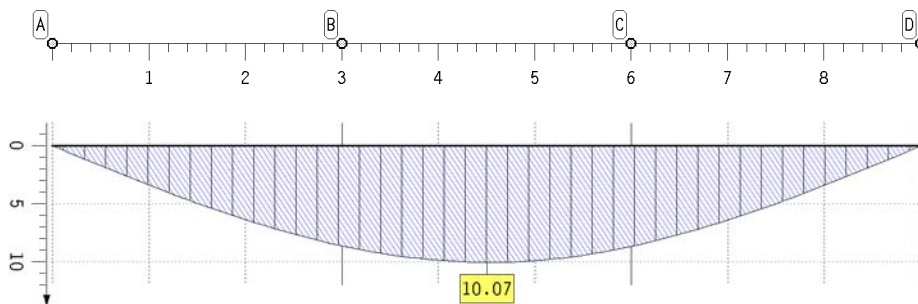
2: DIN 1052:2008 Verformungen (quasiständig)

Extremierung 1

10. Einwirkungsergebnisse

10.1. Einwirkung 1: ständige Lasten

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

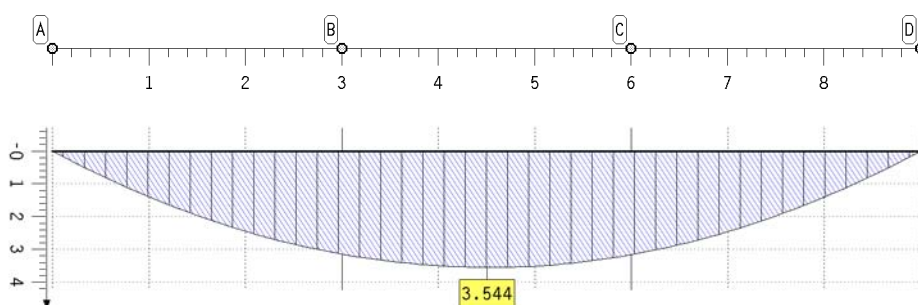


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
 w in mm
Min: -0.00
Max: 10.07

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

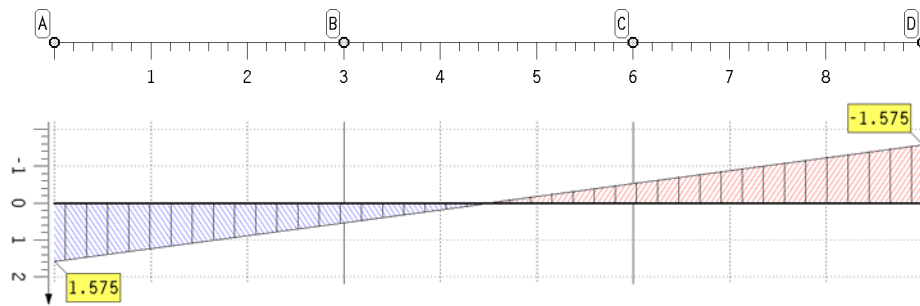
Punkt	x m	min w mm	max w mm	Punkt	x m	min w mm	max w mm	Punkt	x m	min w mm	max w mm
A	0.000	0.00	0.00		4.500	10.07	10.07	D	9.000	-0.00	-0.00
B	3.000	8.68	8.68		5.200	9.76	9.76	Minimum		-0.00	-0.00
B	3.000	8.68	8.68	C	6.000	8.68	8.68	Maximum		10.07	10.07
	3.800	9.76	9.76	C	6.000	8.68	8.68				

extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
 M in kNm
Min: -0.00
Max: 3.54

extremale Schnittgrößen



Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -1.58
Max: 1.58

extremale Schnittgrößen

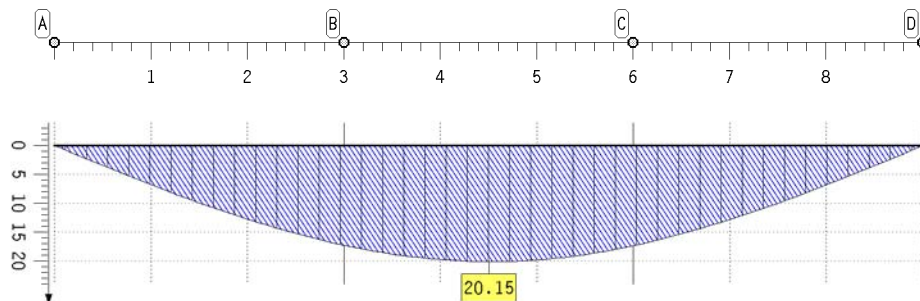
Punkt	x	min M	max M	min V	max V	Punkt	x	min M	max M	min V	max V
-	m	kNm	kNm	kN	kN	-	m	kNm	kNm	kN	kN
A	0.000	-0.00	-0.00	1.58	1.58	C	6.000	3.15	3.15	-0.52	-0.52
	1.500	1.97	1.97	1.05	1.05	C	6.000	3.15	3.15	-0.52	-0.52
B	3.000	3.15	3.15	0.52	0.52		7.500	1.97	1.97	-1.05	-1.05
B	3.000	3.15	3.15	0.52	0.52	D	9.000	0.00	0.00	-1.58	-1.58
	3.700	3.43	3.43	0.28	0.28	Minimum		-0.00	-0.00	-1.58	-1.58
	4.500	3.54	3.54	-0.00	-0.00	Maximum		3.54	3.54	1.58	1.58
	5.300	3.43	3.43	-0.28	-0.28						

extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-1.58	-1.58
D	9.000	-1.58	-1.58

10.2. Einwirkung 2: Nutzlasten (1)

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

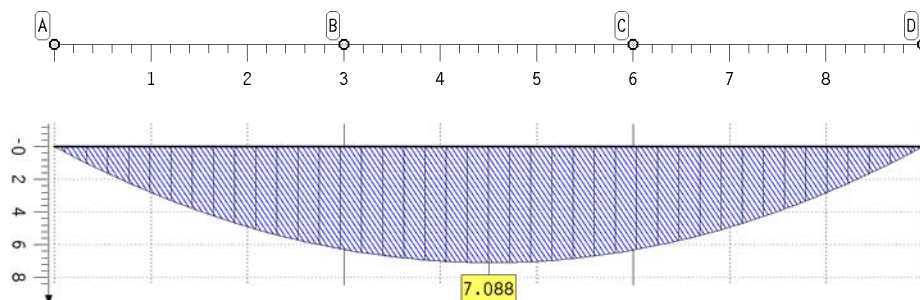


Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: -0.00
Max: 20.15

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

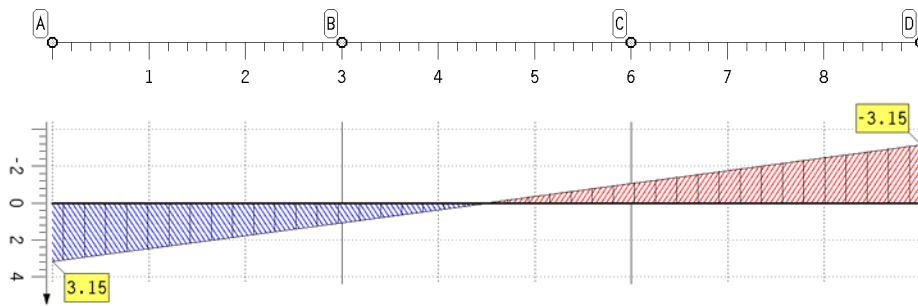
Punkt	x	min w	max w	Punkt	x	min w	max w	Punkt	x	min w	max w
-	m	mm	mm	-	m	mm	mm	-	m	mm	mm
A	0.000	0.00	0.00		4.500	0.00	20.15	D	9.000	-0.00	-0.00
B	3.000	0.00	17.35		5.200	0.00	19.53	Minimum		-0.00	0.00
B	3.000	0.00	17.35	C	6.000	0.00	17.35	Maximum		0.00	20.15
	3.800	0.00	19.53	C	6.000	0.00	17.35				

extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -0.00
Max: 7.09

extremale Schnittgrößen



Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -3.15
Max: 3.15

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	3.15	C	6.000	0.00	6.30	-1.05	-0.00
	1.500	0.00	3.94	0.00	2.10	C	6.000	0.00	6.30	-1.05	-0.00
B	3.000	0.00	6.30	0.00	1.05		7.500	0.00	3.94	-2.10	-0.00
B	3.000	0.00	6.30	0.00	1.05	D	9.000	0.00	0.00	-3.15	-0.00
	3.700	0.00	6.86	0.00	0.56	Minimum		-0.00	-0.00	-3.15	-0.00
	4.500	0.00	7.09	-0.00	-0.00	Maximum		0.00	7.09	0.00	3.15
	5.300	0.00	6.86	-0.56	-0.00						

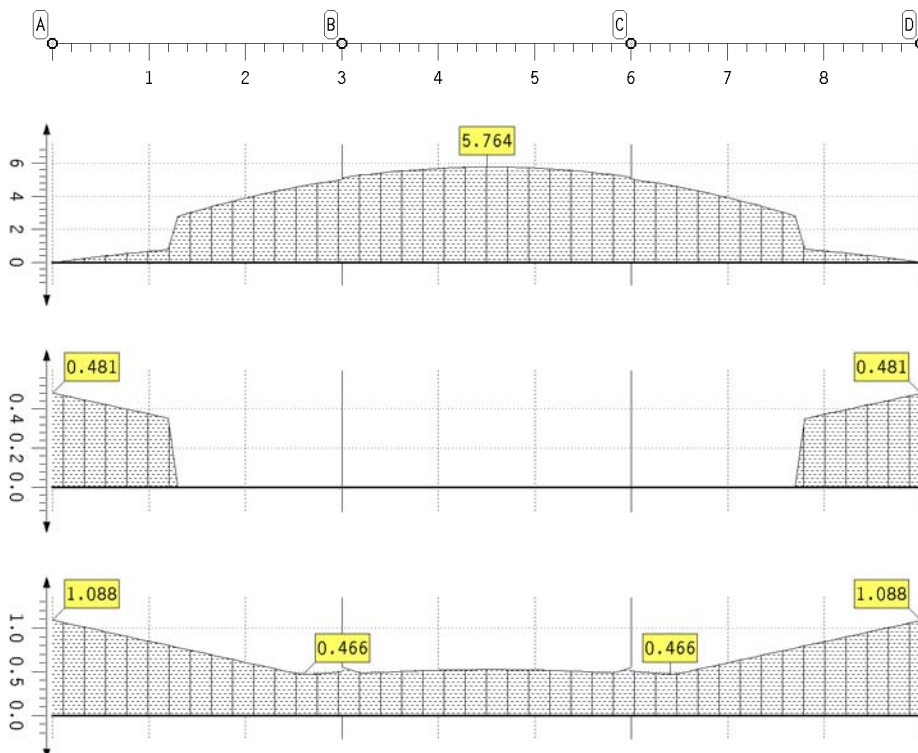
extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-3.15	-0.00
D	9.000	-3.15	-0.00

11. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

11.1. Tragfähigkeitsnachweis

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises

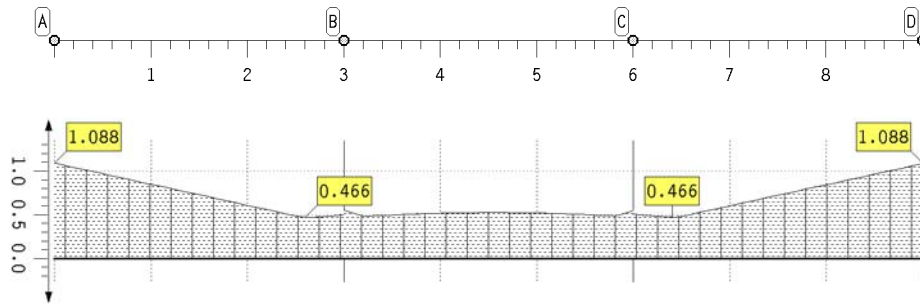


Biegespannung
Hauptträger
 σ_h in MN/m²
Max: 5.76

Schubspannung
Hauptträger
 τ_h in MN/m²
Max: 0.48

Ausnutzung
Hauptträger
Max: 1.09

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



maximale
Ausnutzung
Max: 1,09

maximale Ausnutzung

Punkt	x m	U	Punkt	x m	U	Punkt	x m	U	Punkt	x m	U
A	0.000	1.088		3.200	0.482		5.800	0.482	D	9.000	1.088
	2.600	0.466		3.800	0.513	C	6.000	0.547	Minimum		0.466
B	3.000	0.504		4.500	0.525	C	6.000	0.504	Maximum		1.088
B	3.000	0.547		5.200	0.513		6.400	0.466			

extremale Lagerkräfte

Punkt	x m	min AP kN	max AP kN
A	0.000	-6.85	-1.58
D	9.000	-6.85	-1.58

Nachweis der Lagerpressung

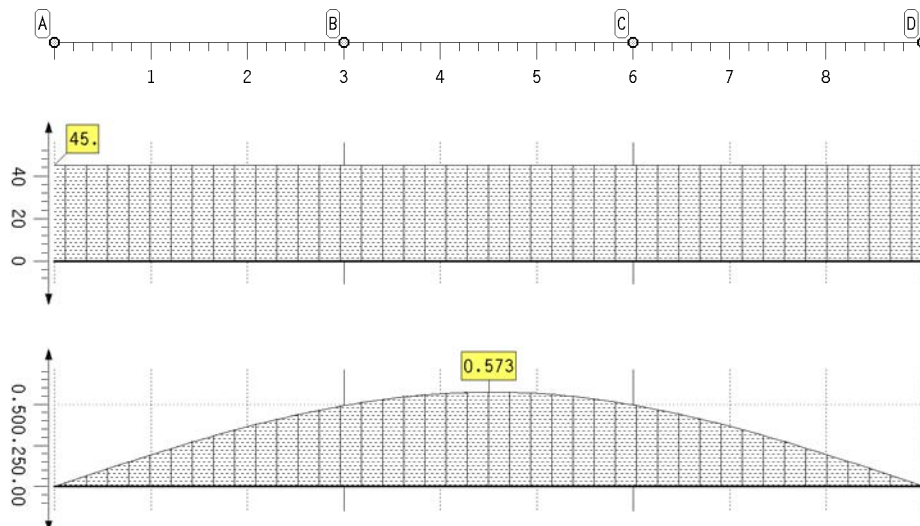
Lager	l _{ef} mm	A _{ef} mm ²	A _p N	k _{c90}	k _{mod} -	f _{c90d} N/mm ²	σ _{c90d} N/mm ²	u -
A	180	21600	6851	1.25	0.80	1.66	0.32	0.15
D	180	21600	6851	1.25	0.80	1.66	0.32	0.15

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 0.153) erfüllt!

12. Durchbiegungsnachweisergebnisse (quasiständig)

12.1. Durchbiegungsnachweis (quasiständig)

Ergebnisse des Durchbiegungsnachweises (quasiständig)



maßgebende
Durchbiegung
w_{req} in mm
Min: 45.00
Max: 45.00

maximale
Ausnutzung
Max: 0.57

maximale Ausnutzung

Punkt	x m	U	Punkt	x m	U	Punkt	x m	U
A	0.000	0.000		4.500	0.573	D	9.000	0.000
B	3.000	0.494		5.200	0.556	Minimum		0.000
B	3.000	0.494	C	6.000	0.494	Maximum		0.573
	3.800	0.556	C	6.000	0.494			

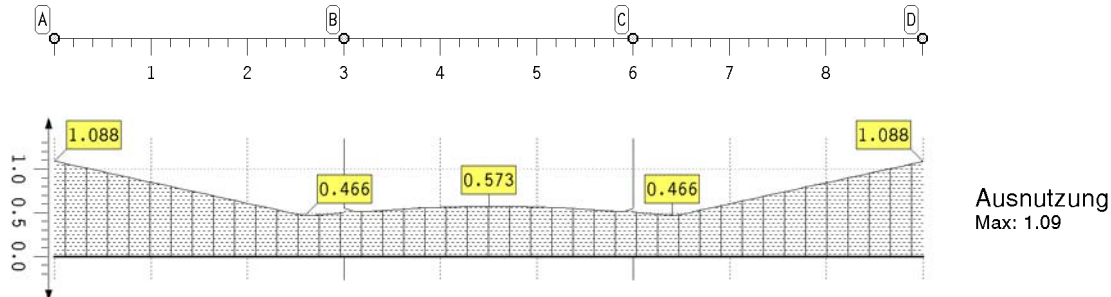
extremale Lagerkräfte

Punkt	x	min AP	max AP
-	m	kN	kN
A	0.000	-4.03	-2.52
D	9.000	-4.03	-2.52

13. Zusammenfassung

13.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-	-	m	-	-	m	-
A	0.000	1.088		3.100	0.511		5.900	0.511	D	9.000	1.088
	2.600	0.466		3.900	0.560	C	6.000	0.547	Minimum		0.466
B	3.000	0.504		4.500	0.573	C	6.000	0.504	Maximum		1.088
B	3.000	0.547		5.100	0.560		6.400	0.466			

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	21600	6851	1.25	0.80	1.66	0.32	0.15
D	180	21600	6851	1.25	0.80	1.66	0.32	0.15

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger (u = 0.153) erfüllt!

14. Ausnutzungen aller Nachweise

Nachweis der Tragfähigkeit (u = 1.088) nicht erfüllt!

15. Detailnachweispunkte

15.1. 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	1.58	-0	0	-0	-0	-0	-0
Anfang,max	-0.00	2.13	-0	0	-0	-0	-0	-0
End,min	-0.00	1.58	-0	0	-0	-0	-0	-0
End,max	-0.00	2.13	-0	0	-0	-0	-0	-0

Spannungen und Ausnutzung Steg

Zustand	k _{mod,2}	σ _{m,2}	σ _{c,2}	u _{σ,2}	τ ₂	u _τ	u ₂
	-	N/mm ²	N/mm ²	-	N/mm ²	-	-
Anfang	0.6	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16	0.16
End	0.6	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16	0.16

Spannungen und Ausnutzung Gurte

Zustand	k _{mod,1}	σ _{m,1}	σ _{c,1}	u ₁	k _{mod,3}	σ _{m,3}	σ _{c,3}	u ₃
	-	N/mm ²	N/mm ²	-	-	N/mm ²	N/mm ²	-
Anfang	0.6	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-0.00	0.00
End	0.6	0.00	0.00	0.00	0.6	0.00	-0.00	0.00

Verbindungsmittel

Zustand	F _{1,d} N	u _{1,d} -	F _{2,d} N	u _{2,d} -
Anfang	-278	0.53	239	0.46
End	-278	0.53	239	0.46

15.1.1. Nachweis des Stegbeulens nach DIN 1052, 10.5.1 mit bw/hw = 60/220 mm

Gl. (101) $h_w = 22 \leq 70$ $b_w = 420$

Gl. (102) $V_d = 2.13 \text{ kN} \leq 206.77 \text{ kN}$

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt $u_{res} = 0.067$

15.2. Nachweis der Tragfähigkeit bei x = 4.50 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	3.54	-0.00	64608	-9439	955487	1130	38765	8310
Anfang,max	15.42	-0.00	281047	-41062	4156367	4915	168628	36147
End,min	3.54	-0.00	64608	-9439	955487	1130	38765	8310
End,max	15.42	-0.00	281047	-41062	4156367	4915	168628	36147

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	8.59	0.37	0.49	0.00	0.00	0.49
End	0.8	8.59	0.37	0.49	0.00	0.00	0.49

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	2.34	-3.42	0.53	0.8	2.34	5.02	0.45
End	0.8	2.34	-3.42	0.53	0.8	2.34	5.02	0.45

15.2.1. Nachweis des Stegbeulens nach DIN 1052, 10.5.1 mit bw/hw = 60/220 mm

Gl. (101) $h_w = 22 \leq 70$ $b_w = 420$

Gl. (102) $V_d = 0.00 \text{ kN} \leq 206.77 \text{ kN}$

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt $u_{res} = 0.525$

15.3. Nachweis der Tragfähigkeit bei x = 9.00 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	-6.85	0	-0	0	0	0	0
Anfang,max	0.00	-1.58	0	-0	0	0	0	0
End,min	0.00	-6.85	0	-0	0	0	0	0
End,max	0.00	-1.58	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	0.48	0.39	0.39
End	0.8	0.00	0.00	0.00	0.48	0.39	0.39

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	-895	1.29	769	1.11
End	-895	1.29	769	1.11

15.3.1. Nachweis des Stegbeulens nach DIN 1052, 10.5.1 mit $b_w/h_w = 60/220$ mm

Gl. (101) $h_w = 22 \leq 70$ $b_w = 420$

Gl. (102) $V_d = 6.85 \text{ kN} \leq 206.77 \text{ kN}$

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt $u_{res} = 1.088$