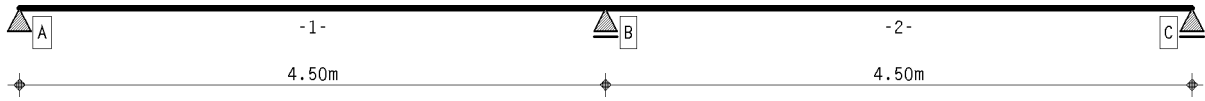


# 1. Berechnungsoptionen

Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

Nutzungsstufe 1

## 2. Statisches System



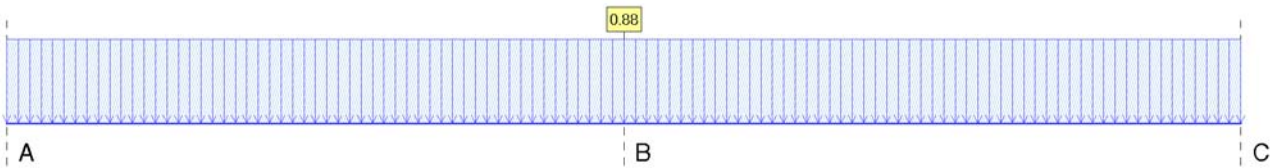
Hauptträger

## 3. Belastung

Die Lastbilder werden getrennt nach dem Lastangriff dargestellt.

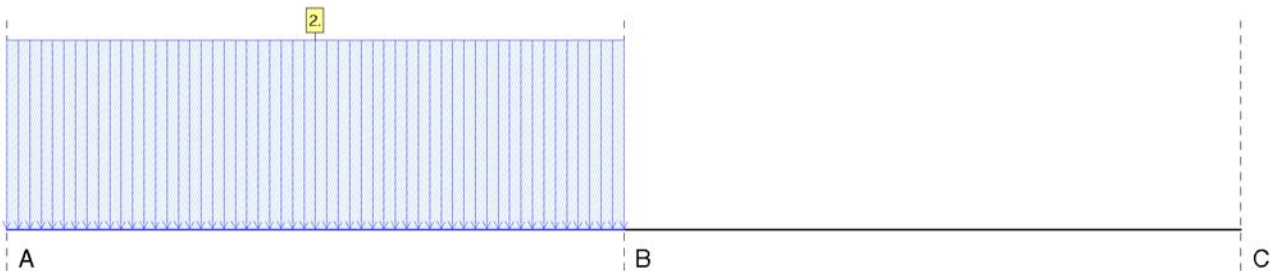
Lastfall 1, Träger: Eigengewicht (1)

Einwirkung 1: ständige Lasten



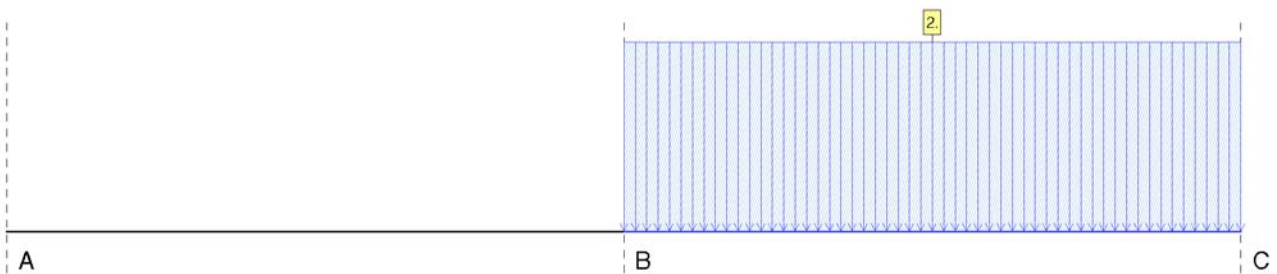
Lastfall 2, Träger: Nutzlasten (1/1)

Einwirkung 2: Nutzlasten (1)



Lastfall 3, Träger: Nutzlasten (1/2)

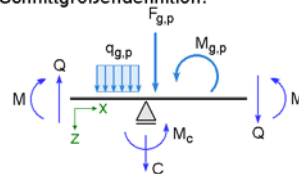
Einwirkung 2: Nutzlasten (1)



## 4. Materialparameter

Balken der Holzgüte	Steico Joist SJ LVL, HB 45/240
Nutzungsstufe	1
Balkenbreite/-höhe	45 / 240 mm
Balkenabstand	a = 600 mm
Wärmeausdehnungskoeff. Holz:	$0.500 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{K}$
Wärmeausdehnungskoeff. Stahl:	$1.200 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{K}$
char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$ :	9.78 N/mm <sup>2</sup>
char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$ :	15.26 N/mm <sup>2</sup>
E-Modul $E_{0,mean}$	: 13827 N/mm <sup>2</sup>
$k_{cr}$	: 1.00 mm <sup>2</sup> /N
Beplankung mit	: Nadelvollholz C16, Dicke = 30 mm, $\rho = 310 \text{ kg/m}^3$

Schnittgrößendefinition:

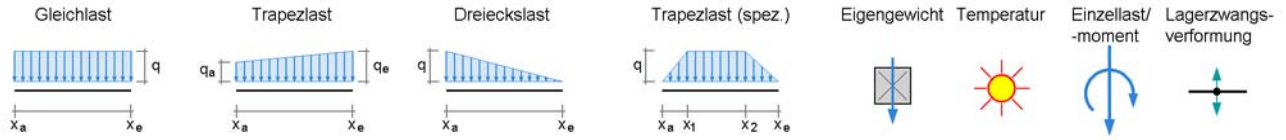


## 5. Lager

Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	cF kN/m	cM kNm/-	Festhaltung (F) (M)		Stegverstärkung -
A	0.00	100	45	fest	----	X	-	nein
B	4.50	110	45	fest	----	X	-	nein
C	9.00	102	45	fest	----	X	-	nein

## 6. Einwirkungen



### 1. Ständige Einwirkung: ständige Lasten

1. Additiver Lastfall: Eigengewicht (1)

⇒ Gleichflächenlast (Träger):  $q = 0.88 \text{ kN/m}^2$  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)

⇒ Gleichflächenlast (Träger):  $q = 2.00 \text{ kN/m}^2$  von  $x_a = 0.00 \text{ m}$  bis  $x_e = 4.50 \text{ m}$

3. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/2)

⇒ Gleichflächenlast (Träger):  $q = 2.00 \text{ kN/m}^2$  von  $x_a = 4.50 \text{ m}$  bis  $x_e = 9.00 \text{ m}$

## 7. Nachweise

### 1: EC 5 Tragfähigkeit

Knicknachweis des Druckgurtes nach DIN EN 1995, 6.3.2 wird geführt

Nachweis der Auflagerpressung DIN EN 1995, 6.1.5 wird geführt

Extremierung 1

### 2: EC 5 Verformungen

Grenzwerte für Verformungen entsprechend DIN EN 1995-1-1, Tab. 7.2!

Extremierung 1

### 3: EC 5 Schwingnachweis

Schwingungsnachweis nach DIN EN 1995-1-1, 7.3

Wert nach DIN EN 1995-1-1, 7.3.3, Bild 7.2:  $a = 1.50 \text{ mm/kN} \Rightarrow b = 100.00$

Modaler Dämpfungsgrad  $\xi = 0.01$

Numerische Lösung mittels Fourierreihenentwicklung

**Achtung! Gelenke bleiben unberücksichtigt**

**Federn werden nur in den Zwischenlagern berücksichtigt**

Ohne Berücksichtigung von Schubverformungen

Querkontraktionszahl  $\nu = 0.00$ , Drillsteifigkeit =  $0.0 \%$

$60 \text{ mm}$ ,  $E = 25000 \text{ N/mm}^2$ ,  $g = 0.220 \text{ kN/m}^2$ ,  $I_{\text{Estrich}} = 18000000 \text{ mm}^4/\text{m}$

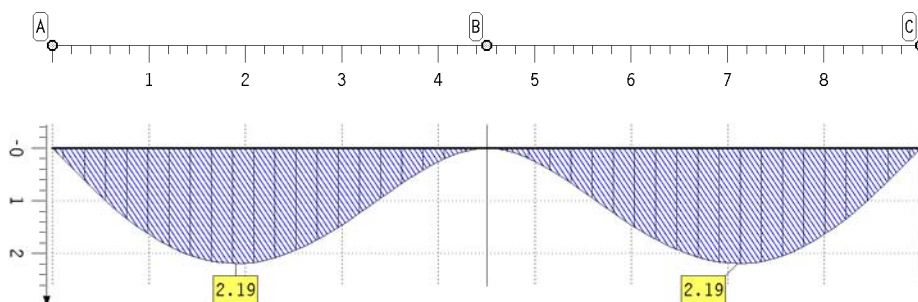
Mit Berücksichtigung der Plattenwirkung

Mitwirkende Breite für Durchbiegungskriterium  $600 \text{ mm}$

## 8. Lastfallergebnisse

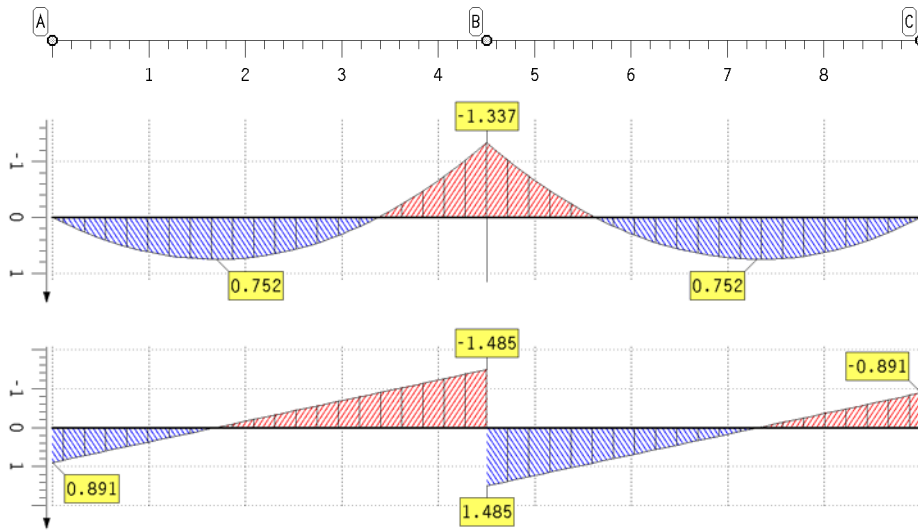
### 8.1. Einwirkung 1: Lastfall 1: Eigengewicht (1)

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: -0.00  
Max: 2.19

## Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -1.34  
Max: 0.75

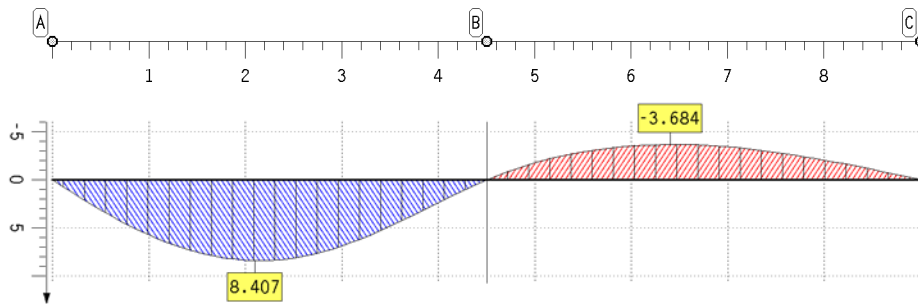
Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -1.49  
Max: 1.49

## Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-0.89
B	4.500	-2.97
C	9.000	-0.89

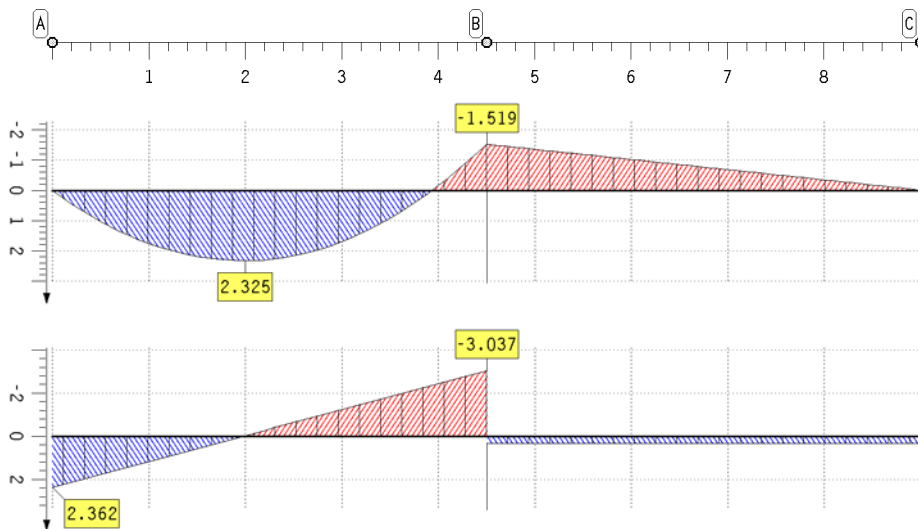
## 8.2. Einwirkung 2: Lastfall 2: Nutzlasten (1/1)

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: -3.68  
Max: 8.41

## Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -1.52  
Max: 2.33

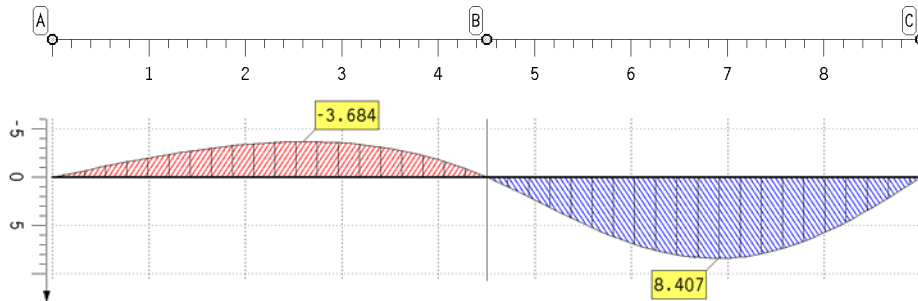
Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -3.04  
Max: 2.36

## Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-2.36
B	4.500	-3.38
C	9.000	0.34

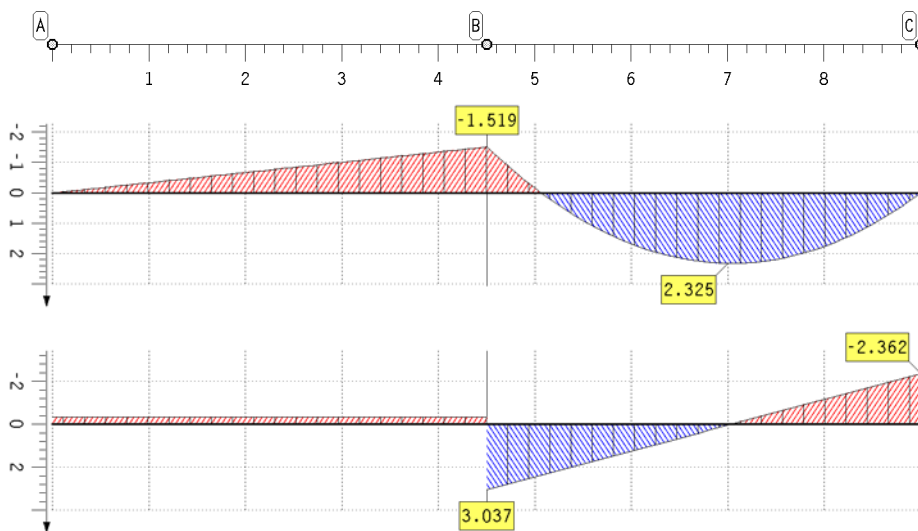
### 8.3. Einwirkung 2: Lastfall 3: Nutzlasten (1/2)

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: -3.68  
Max: 8.41

## Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -1.52  
Max: 2.33

Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -2.36  
Max: 3.04

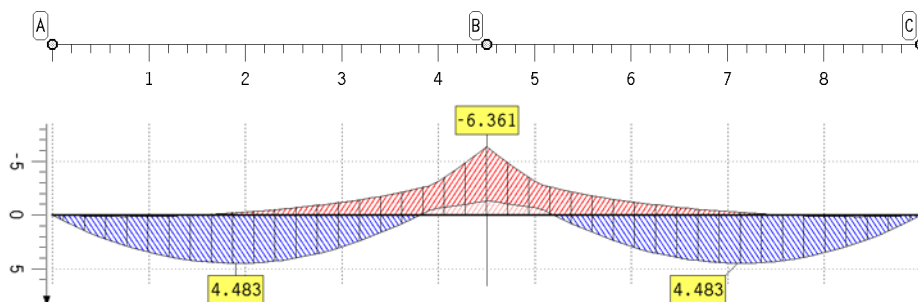
## Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	0.34
B	4.500	-3.38
C	9.000	-2.36

## 9. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

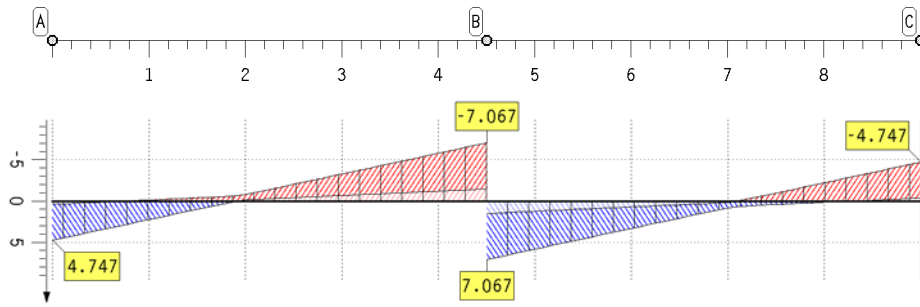
### 9.1. Tragfähigkeitsnachweis

extremale Schnittgrößen



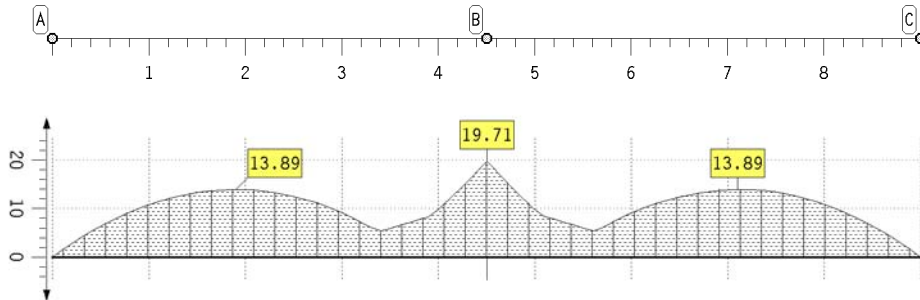
Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -6.36  
Max: 4.48

## extremale Schnittgrößen

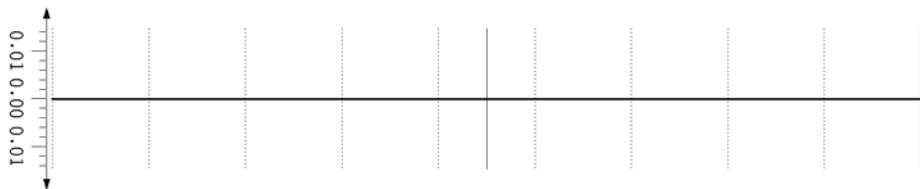


Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -7.07  
Max: 7.07

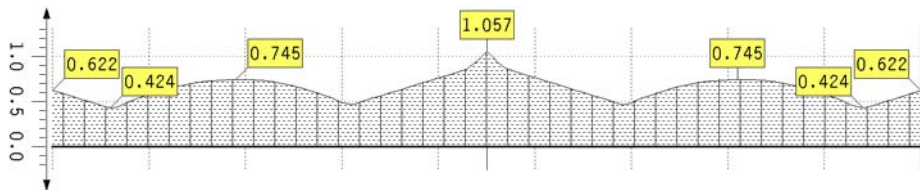
## Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



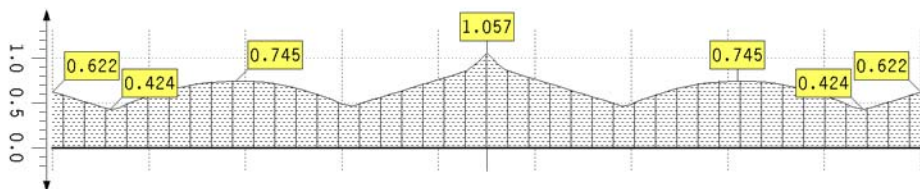
Biegespannung  
Hauptträger  
 $\sigma_h$  in MN/m<sup>2</sup>  
Max: 19.71



Schubspannung  
Hauptträger  
 $\tau_h$  in MN/m<sup>2</sup>  
Max: 0.00



Ausnutzung  
Hauptträger  
Max: 1.06



maximale  
Ausnutzung  
Max: 1.06

## Tragfähigkeitsnachweis des Hauptträgers

Punkt	x	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$	$\tau_h$	$U_h$	Punkt	x	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$	$\tau_h$	$U_h$
-	m	-	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	-	-	m	-	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	-
A	0.000	0.650	0.00	0.00	0.622		4.700	0.650	15.48	0.00	0.860
	0.600	0.650	7.42	0.00	0.424		5.100	0.650	8.38	0.00	0.729
	1.800	0.650	13.86	0.00	0.743		5.600	0.650	5.43	0.00	0.564
	2.400	0.650	12.87	0.00	0.690		5.900	0.650	8.18	0.00	0.465
	3.100	0.650	8.18	0.00	0.465		6.600	0.650	12.87	0.00	0.690
	3.400	0.650	5.43	0.00	0.564		7.200	0.650	13.86	0.00	0.743
	3.900	0.650	8.38	0.00	0.729		8.400	0.650	7.42	0.00	0.424
	4.300	0.650	15.48	0.00	0.860	C	9.000	0.650	0.00	0.00	0.622
B	4.500	0.650	19.71	0.00	1.057	Minimum		0.650	0.00	0.00	0.424
B	4.500	0.650	19.71	0.00	1.057	Maximum		0.650	19.71	0.00	1.057

maximale Ausnutzung

Punkt	x m	U	Punkt	x m	U	Punkt	x m	U	Punkt	x m	U
A	0.000	0.622		3.100	0.465		4.700	0.860		8.400	0.424
	0.600	0.424		4.300	0.860		5.900	0.465	C	9.000	0.622
	1.800	0.743	B	4.500	1.057		6.600	0.690	Minimum		0.424
	2.400	0.690	B	4.500	1.057		7.200	0.743	Maximum		1.057

Nachweis der Lagerpressung

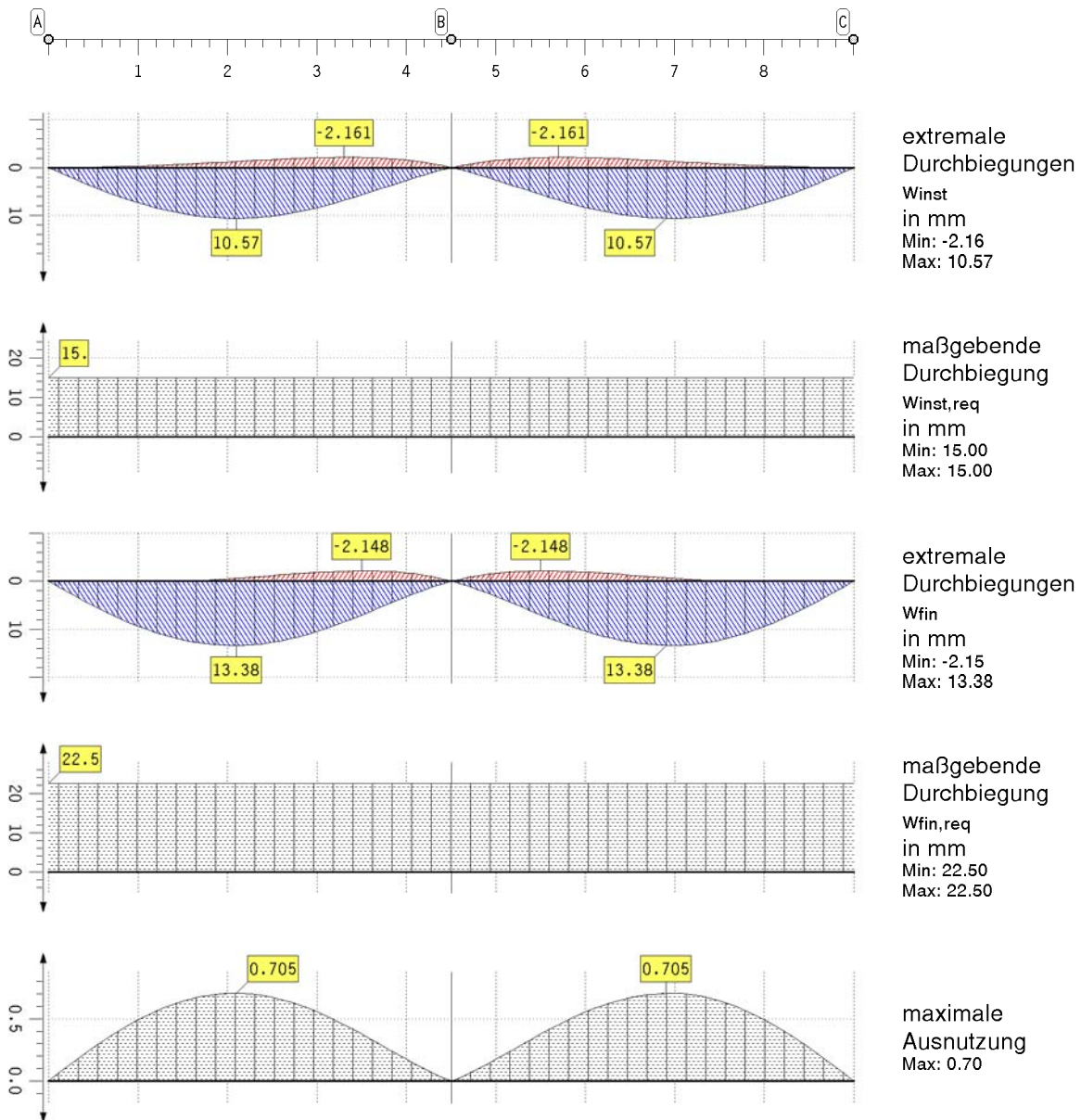
Lager	l <sub>ef</sub> mm	vorh A <sub>p</sub> N	k <sub>mod</sub> -	zul A <sub>p</sub> N	u -
A	100	4747	0.80	5215	0.68
B	110	14135	0.80	9785	1.08
C	102	4747	0.80	5215	0.68

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 1.083) nicht erfüllt!

10. Durchbiegungsnachweisergebnisse

10.1. Durchbiegungsnachweis

Ergebnisse des Durchbiegungsnachweises



## Durchbiegungsnachweis

Punkt	x m	min/max/req $w_{inst}$			min/max/req $w_{fin}$			min/max/req $w_{net,fin}$			U
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
A	0.000	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	22.50	0.00	0.00	15.00	0.000
	1.100	-0.45	7.93	15.00	0.00	10.09	22.50	0.00	5.77	15.00	0.528
	1.500	-0.76	9.64	15.00	-0.02	12.25	22.50	0.00	6.96	15.00	0.643
	2.000	-1.23	10.56	15.00	-0.54	13.37	22.50	0.00	7.51	15.00	0.704
	2.100	-1.33	10.57	15.00	-0.66	13.38	22.50	0.00	7.49	15.00	0.705
	2.700	-1.90	9.50	15.00	-1.49	11.95	22.50	0.00	6.55	15.00	0.633
	3.300	-2.16	6.79	15.00	-2.09	8.47	22.50	-0.47	4.47	15.00	0.453
	3.500	-2.11	5.65	15.00	-2.15	7.01	22.50	-0.58	3.64	15.00	0.376
	3.800	-1.86	3.83	15.00	-2.00	4.72	22.50	-0.65	2.36	15.00	0.256
	4.200	-1.05	1.48	15.00	-1.20	1.79	22.50	-0.45	0.82	15.00	0.099
B	4.500	-0.00	0.00	15.00	-0.00	0.00	22.50	0.00	0.00	15.00	0.000
B	4.500	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	22.50	0.00	0.00	15.00	0.000
	4.800	-1.05	1.48	15.00	-1.20	1.79	22.50	-0.45	0.82	15.00	0.099
	5.200	-1.86	3.83	15.00	-2.00	4.72	22.50	-0.65	2.36	15.00	0.256
	5.500	-2.11	5.65	15.00	-2.15	7.01	22.50	-0.58	3.64	15.00	0.376
	5.700	-2.16	6.79	15.00	-2.09	8.47	22.50	-0.47	4.47	15.00	0.453
	6.300	-1.90	9.50	15.00	-1.49	11.95	22.50	0.00	6.55	15.00	0.633
	6.900	-1.33	10.57	15.00	-0.66	13.38	22.50	0.00	7.49	15.00	0.705
	7.000	-1.23	10.56	15.00	-0.54	13.37	22.50	0.00	7.51	15.00	0.704
	7.500	-0.76	9.64	15.00	-0.02	12.25	22.50	0.00	6.96	15.00	0.643
	7.900	-0.45	7.93	15.00	0.00	10.09	22.50	0.00	5.77	15.00	0.528
C	9.000	-0.00	0.00	15.00	-0.00	0.00	22.50	-0.00	0.00	15.00	0.000
Minimum		-2.16	0.00	15.00	-2.15	0.00	22.50	-0.65	0.00	15.00	0.000
Maximum		0.00	10.57	15.00	0.00	13.38	22.50	0.00	7.51	15.00	0.705

## 11. Schwingnachweisergebnisse

### 11.1. Eigenfrequenz

$EI_{längs} = 0.536000 \text{ MNm}^2/\text{m}$ ,  $EI_{quer} = 0.450000 \text{ MNm}^2/\text{m}$ ,  $m = 14800.0 \text{ kg/m}^2$   
 $f_e = 8.369 \text{ Hz} \geq f_e = 8 \text{ Hz} \Rightarrow \text{Kriterium erfüllt!}$

### 11.2. Einheitsimpulsgeschwindigkeit

$n_{40} = 3.1574$   
 $v = 2.553 \text{ mm/s} \leq v_{grenz} = 14.702 \text{ mm/s} \Rightarrow \text{Kriterium erfüllt!}$

### 11.3. Fersenauftritt

$v = 24.419 \text{ mm/s} \leq v_{grenz} = 88.214 \text{ mm/s} \Rightarrow \text{Kriterium erfüllt!}$

### 11.4. Beschleunigung/Resonanz

$a = 1.374775 \text{ m/s}^2 > 0.3 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Spürbar, nicht störend}$

### 11.5. Beschleunigung/Resonanz

$a = 1.3748 \text{ m/s}^2 \leq a > 0.7000 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{Kriterium nicht erfüllt!!!}$

### 11.6. Steifigkeitskriterium

$X_{max F} = 2.250 \text{ m}$ ,  $X_{max w} = 2.250 \text{ m} \Rightarrow w_{max} = 0.513 \text{ mm}$   
 $w(1\text{kN}) = 0.51 \text{ mm} \leq w_{grenz} = 1.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Kriterium erfüllt!}$

### 11.7. Einheitsimpulsgeschwindigkeit

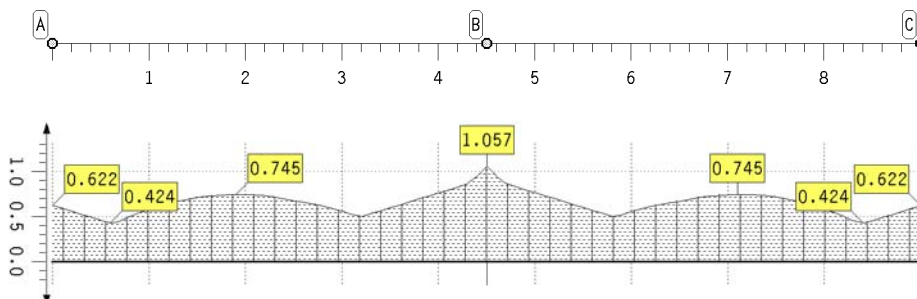
$n_{40} = 3.1574$   
 $v = 2.553 \text{ mm/s} \leq v_{grenz} = 14.702 \text{ mm/s} \Rightarrow \text{Kriterium erfüllt!}$

**Nachweis erfüllt!**

## 12. Zusammenfassung

### 12.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung  
Max: 1.06

## Nachweis der Lagerpressung

Lager	$T_{ef}$ mm	vorh $A_p$ N	$k_{mod}$ -	zul $A_p$ N	u -
A	100	4747	0.80	5215	0.68
B	110	14135	0.80	9785	1.08
C	102	4747	0.80	5215	0.68

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger ( $u = 1.083$ ) nicht erfüllt!

## 13. Ausnutzungen aller Nachweise

Nachweis der Tragfähigkeit ( $u = 1.083$ ) nicht erfüllt!