

# 1. Berechnungsoptionen

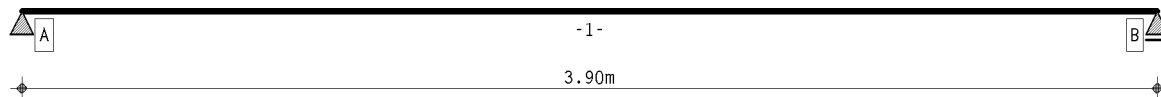
Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

Nutzungsklasse 2

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

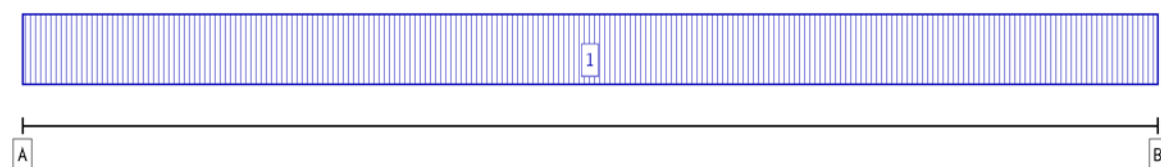
$\psi_2 = 0.60$  (Beiwert gemäß DIN EN 1995-1-1 2.3.2.2 (2))

## 2. Statisches System

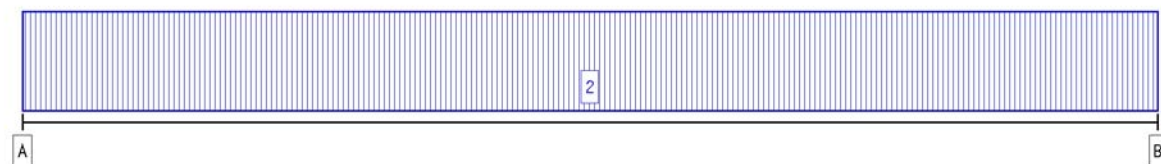


Hauptträger

## 3. Belastung



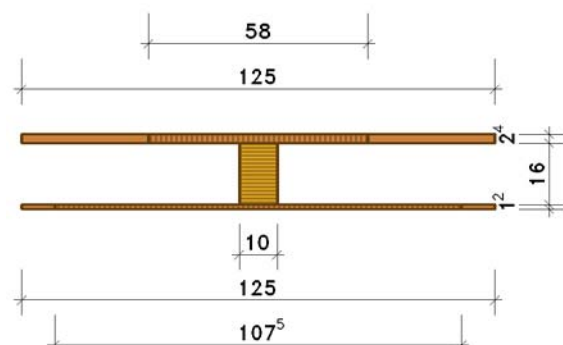
EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 1 Lastfälle)



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

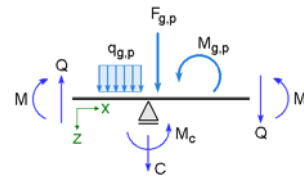
## 4. Hauptträger

Schnitt Maßstab 1:20



| Holzgüte Obergurt (Faser II)       | Sperrholz F25/10              |
|------------------------------------|-------------------------------|
| d = 24.0 mm (liegend)              |                               |
| char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$    | : 25.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$    | : 1.1 N/mm <sup>2</sup>       |
| char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$      | : 18.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$  | : 18.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$ | : 6.5 N/mm <sup>2</sup>       |
| E-Modul $E_{0,mean}$ (Scheibe)     | : 4500 N/mm <sup>2</sup>      |
| E-Modul $E_{0,mean}$ (Platte)      | : 5500 N/mm <sup>2</sup>      |
| Dichte $\rho_k/\rho_m$             | : 400 / 480 kg/m <sup>3</sup> |
| Verformungsbeiwert $k_{def}$       | : 1.00 -                      |
| Fläche $A_{Gurt}$                  | : 300.000 cm <sup>2</sup>     |
| Trägheitsmoment $I_{Gurt}$         | : 144.000 cm <sup>4</sup>     |
| Holzgüte Steg                      | Nadelvollholz, C24 (S10)      |
| char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$    | : 24.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$    | : 4.0 N/mm <sup>2</sup>       |
| char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$      | : 14.5 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$  | : 21.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$ | : 2.5 N/mm <sup>2</sup>       |
| $k_{cr}$                           | : 0.50 mm <sup>2</sup> /N     |
| E-Modul $E_{0,mean}$               | : 11000 N/mm <sup>2</sup>     |
| Dichte $\rho_k/\rho_m$             | : 350 / 420 kg/m <sup>3</sup> |
| Verformungsbeiwert $k_{def}$       | : 0.80 -                      |
| Fläche $A_{Gurt}$                  | : 160.000 cm <sup>2</sup>     |
| Trägheitsmoment $I_{Gurt}$         | : 3413.333 cm <sup>4</sup>    |
| Holzgüte Untergurt (Faser II)      | OSB 2                         |
| d = 12.0 mm (liegend)              |                               |
| char. Biegefestigkeit $f_{m,k}$    | : 16.4 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Schubfestigkeit $f_{v,k}$    | : 1.0 N/mm <sup>2</sup>       |
| char. Zugfestigkeit $f_{t,k}$      | : 9.4 N/mm <sup>2</sup>       |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,0,k}$  | : 15.4 N/mm <sup>2</sup>      |
| char. Druckfestigkeit $f_{c,90,k}$ | : 10.0 N/mm <sup>2</sup>      |

E-Modul  $E_{0,mean}$  (Scheibe) : 3800 N/mm<sup>2</sup>  
E-Modul  $E_{0,mean}$  (Platte) : 4930 N/mm<sup>2</sup>  
Dichte  $\rho_k/\rho_m$  : 550 / 660 kg/m<sup>3</sup>  
Verformungsbeiwert  $k_{def}$  : 2.25 -  
Fläche  $A_{Gurt}$  : 150.000 cm<sup>2</sup>  
Trägheitsmoment  $I_{Gurt}$  : 18.000 cm<sup>4</sup>  
**Schnittgrößendefinition:**



## 5. Stababschnitte

### Trägerabschnitte

| Abschn. | $x_A$<br>m | $x_E$<br>m | $l$<br>m | $l_{ef}$<br>m | $l_z$<br>mm | $k$<br>- | $\lambda$<br>- | $\lambda_{rel,c}$<br>- | $k_c$<br>- | $l_v$<br>m | Kragarm | $s_{ef}$<br>mm |
|---------|------------|------------|----------|---------------|-------------|----------|----------------|------------------------|------------|------------|---------|----------------|
| 1       | 0.00       | 3.90       | 3.90     | 2.00          | 28.9000     | 1.2827   | 69.2042        | 1.1788                 | 0.5592     | 3.90       | -       | n.e.           |

### Steifigkeitswerte Gebrauchsfähigkeit Anfangszustand

| Abschn. | $\gamma_2$<br>- | $a_2$<br>mm | $K_1$<br>N/mm | $\gamma_{1r}$<br>- | $a_1$<br>mm | $K_3$<br>N/mm | $\gamma_3$<br>- | $a_3$<br>mm | $EI_{ef,inst}$<br>Nmm <sup>2</sup> | $\phi$ $k_{def}$<br>- |
|---------|-----------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|------------------------------------|-----------------------|
| 1       | 1.0000          | -5.4        | 1             | 1.0000             | -86.6       | 1             | 1.0000          | 91.4        | 1.2670E12                          | 0.7467                |

### Steifigkeitswerte Tragfähigkeit Anfangszustand

| Abschn. | $\gamma_2$<br>- | $a_2$<br>mm | $K_1$<br>N/mm | $\gamma_1$<br>- | $a_1$<br>mm | $K_3$<br>N/mm | $\gamma_3$<br>- | $a_3$<br>mm | $EI_{ef,inst}$<br>Nmm <sup>2</sup> | $I_{ef,inst}$<br>mm <sup>2</sup> | $h_{q,inst}$<br>mm | $A_{q,inst}$<br>mm |
|---------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1       | 1.0000          | -5.4        | 1             | 1.0000          | -86.6       | 1             | 1.0000          | 91.4        | 1.2670E12                          | 115186024.0                      | 8.54               | 106.67             |

### Steifigkeitswerte Tragfähigkeit Endzustand

| Abschn. | $\gamma_2$<br>- | $a_2$<br>mm | $K_1$<br>N/mm | $\gamma_1$<br>- | $a_1$<br>mm | $K_3$<br>N/mm | $\gamma_3$<br>- | $a_3$<br>mm | $EI_{ef,inf}$<br>Nmm <sup>2</sup> | $I_{ef,inf}$<br>mm <sup>2</sup> | $h_{q,inf}$<br>mm | $A_{q,inf}$<br>mm |
|---------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1       | 1.0000          | -10.1       | 1             | 1.0000          | -81.9       | 1             | 1.0000          | 96.1        | 7.2541E11                         | 97600776.00                     | 9.01              | 106.67            |

### Nettoquerschnittswerte

| Abschn. | $A_{n,2}$<br>cm <sup>2</sup> | $W_{n,2}$<br>cm <sup>3</sup> | $I_{n,2}$<br>cm <sup>4</sup> | $A_{n,1}$<br>cm <sup>2</sup> | $W_{n,1}$<br>cm <sup>3</sup> | $I_{n,1}$<br>cm <sup>4</sup> | $A_{n,3}$<br>cm <sup>2</sup> | $W_{n,3}$<br>cm <sup>3</sup> | $I_{n,3}$<br>cm <sup>4</sup> |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1       | 160.00                       | 426.67                       | 3413.33                      | 139.20                       | 120.00                       | 144.00                       | 129.00                       | 30.00                        | 18.00                        |

## 6. Verbindungsmittel

Abschnitt 1 von  $x_A = 0.00$  m bis  $x_E = 3.90$ , Klebeverbindung

## 7. Lager

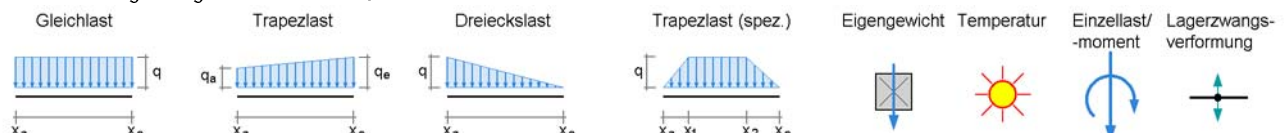
### Lagerkoordinaten

| Lager-Bez. | $x$<br>m | Breite<br>mm | Tiefe<br>mm | $c_F$<br>kN/m | $c_M$<br>kNm/- | Festhaltung<br>(F) (M) |
|------------|----------|--------------|-------------|---------------|----------------|------------------------|
| A          | 0.00     | 150          | 1250        | fest          | ----           | X -                    |
| B          | 3.90     | 150          | 1250        | 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:  $q = 2.00$  kN/m von  $x_A = 0.00$  m bis  $x_E = 3.90$  m

### 2. Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

→ Gleichlast:  $q = 2.20$  kN/m von  $x_A = 0.00$  m bis  $x_E = 3.90$  m

## 9. Nachweise

### 1: EC 5 Tragfähigkeit

Knicknachweis des Druckgurtes nach DIN EN 1995, 6.3.2 wird geführt

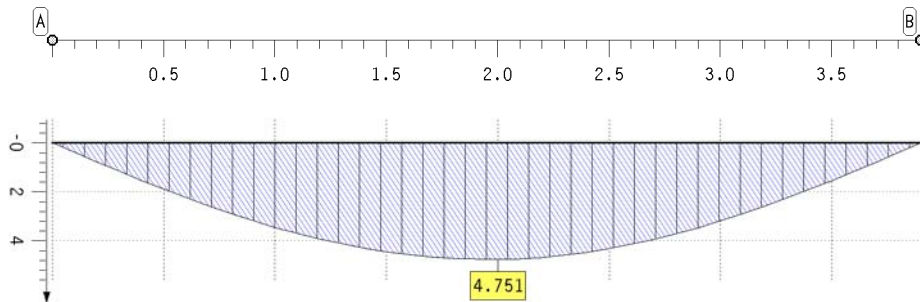
Nachweis der Auflagerpressung DIN EN 1995, 6.1.5 wird geführt

Extremierung 1

## 10. Einwirkungsergebnisse

### 10.1. Einwirkung 1: ständige Lasten

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

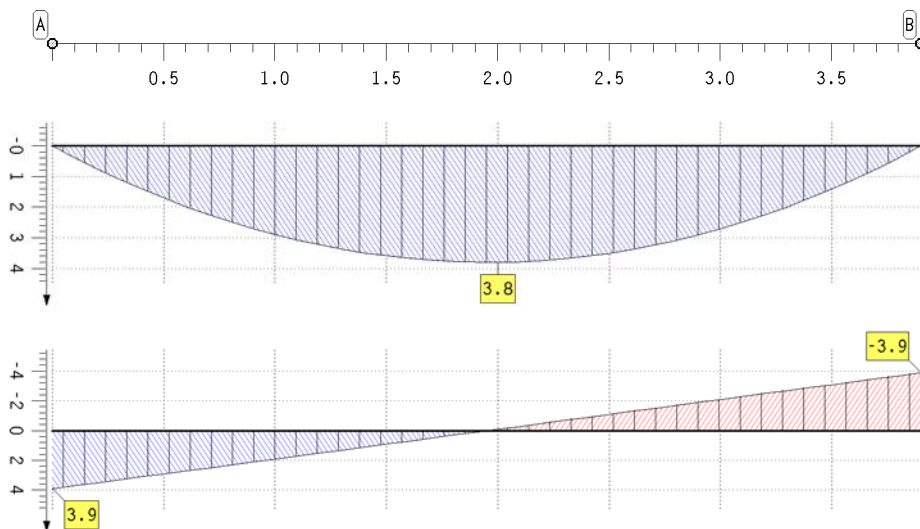


Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: -0.00  
Max: 4.75

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       | 3.900 | -0.00 | -0.00 |
|       | 1.100 | 3.71  | 3.71  | Minimum |       | -0.00 | -0.00 |
|       | 1.900 | 4.75  | 4.75  | Maximum |       | 4.75  | 4.75  |
|       | 2.800 | 3.71  | 3.71  |         |       |       |       |

extremale Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -0.00  
Max: 3.80

Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -3.90  
Max: 3.90

extremale Schnittgrößen

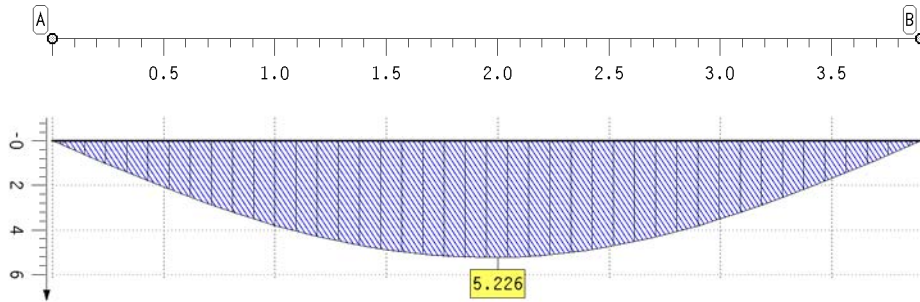
| Punkt | x     | min M | max M | min V | max V | Punkt   | x     | min M | max M | min V | max V |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -     | m     | kNm   | kNm   | kN    | kN    | -       | m     | kNm   | kNm   | kN    | kN    |
| A     | 0.000 | 0.00  | 0.00  | 3.90  | 3.90  | B       | 3.900 | -0.00 | -0.00 | -3.90 | -3.90 |
|       | 1.000 | 2.90  | 2.90  | 1.90  | 1.90  | Minimum |       | -0.00 | -0.00 | -3.90 | -3.90 |
|       | 1.900 | 3.80  | 3.80  | 0.10  | 0.10  | Maximum |       | 3.80  | 3.80  | 3.90  | 3.90  |
|       | 2.900 | 2.90  | 2.90  | -1.90 | -1.90 |         |       |       |       |       |       |

extremale Lagerkräfte

| Punkt | x     | min AP | max AP |
|-------|-------|--------|--------|
| -     | m     | kN     | kN     |
| A     | 0.000 | -3.90  | -3.90  |
| B     | 3.900 | -3.90  | -3.90  |

## 10.2. Einwirkung 2: Nutzlasten (1)

extremale Durchbiegungen des Hauptträgers (charakteristisch)

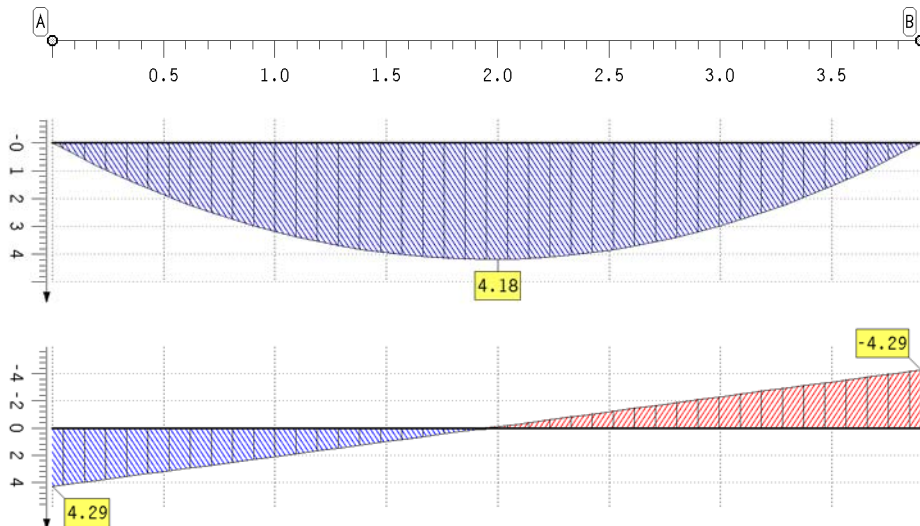


Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: 0.00  
Max: 5.23

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       | 3.900 | 0.00  | 0.00  |
|       | 1.100 | 0.00  | 4.08  | Minimum |       | 0.00  | 0.00  |
|       | 1.900 | 0.00  | 5.23  | Maximum |       | 0.00  | 5.23  |
|       | 2.800 | 0.00  | 4.08  |         |       |       |       |

extremale Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -0.00  
Max: 4.18

Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -4.29  
Max: 4.29

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  | 4.29  | B       | 3.900 | -0.00 | -0.00 | -4.29 | -0.00 |
|       | 1.000 | 0.00  | 3.19  | 0.00  | 2.09  | Minimum |       | -0.00 | 0.00  | -4.29 | -0.00 |
|       | 1.900 | 0.00  | 4.18  | 0.00  | 0.11  | Maximum |       | 0.00  | 4.18  | 0.00  | 4.29  |
|       | 2.900 | 0.00  | 3.19  | -2.09 | -0.00 |         |       |       |       |       |       |

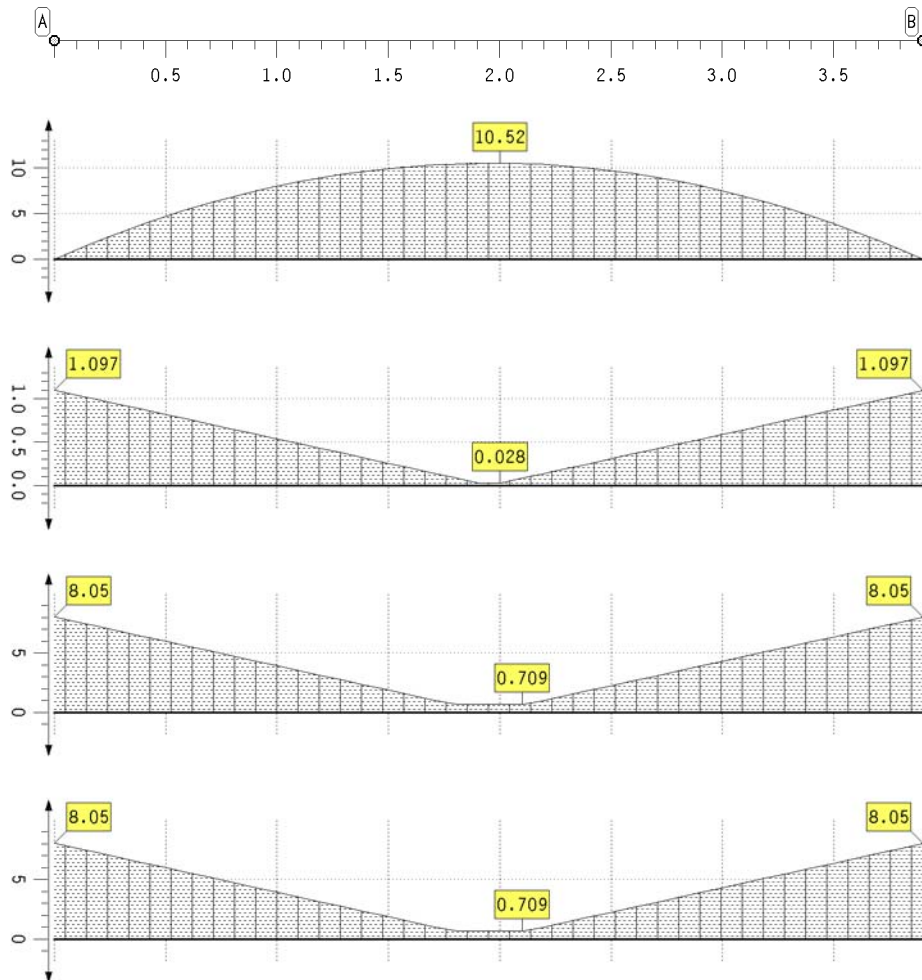
extremale Lagerkräfte

| Punkt | x     | min AP | max AP |
|-------|-------|--------|--------|
| -     | m     | kN     | kN     |
| A     | 0.000 | -4.29  | -0.00  |
| B     | 3.900 | -4.29  | -0.00  |

## 11. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

## 11.1. Tragfähigkeitsnachweis

### Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



maximale Ausnutzung

| Punkt | x     | U     | Punkt   | x     | U     |
|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| -     | m     | -     | -       | m     | -     |
| A     | 0.000 | 8.050 | B       | 3.900 | 8.050 |
|       | 1.800 | 0.709 | Minimum |       | 0.709 |
|       | 2.200 | 1.032 | Maximum |       | 8.050 |

extremale Lagerkräfte

| Punkt | x     | min AP | max AP |
|-------|-------|--------|--------|
| -     | m     | kN     | kN     |
| A     | 0.000 | -11.70 | -3.90  |
| B     | 3.900 | -11.70 | -3.90  |

Nachweis der Lagerpressung

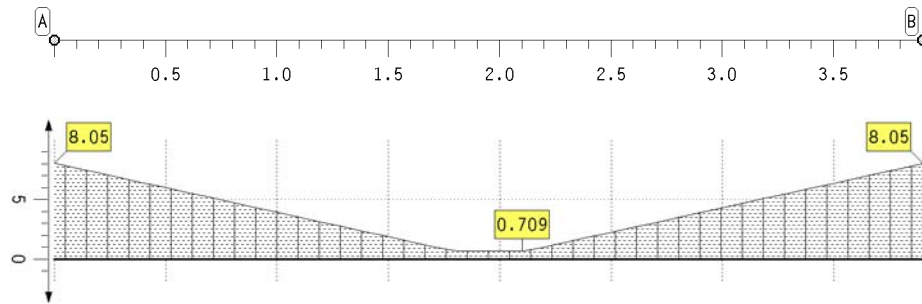
| Lager | l <sub>ef</sub> | A <sub>ef</sub> | A <sub>p</sub> | k <sub>c90</sub> | k <sub>mod</sub> | f <sub>c90d</sub> | σ <sub>c90d</sub> | u    |
|-------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------|
|       | mm              | mm <sup>2</sup> | N              | -                | -                | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | -    |
| A     | 180             | 225000          | 11700          | 1.00             | 1.00             | 7.69              | 0.05              | 0.01 |
| B     | 180             | 225000          | 11700          | 1.00             | 1.00             | 7.69              | 0.05              | 0.01 |

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger (u = 0.007) erfüllt!

## 12. Zusammenfassung

### 12.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung  
Max: 8.05

maximale Ausnutzung

| Punkt | x<br>m | U     | Punkt   | x<br>m | U     |
|-------|--------|-------|---------|--------|-------|
| A     | 0.000  | 8.050 | B       | 3.900  | 8.050 |
|       | 1.800  | 0.709 | Minimum |        | 0.709 |
|       | 2.200  | 1.032 | Maximum |        | 8.050 |

Nachweis der Lagerpressung

| Lager | $l_{ef}$<br>mm | $A_{ef}$<br>mm <sup>2</sup> | $A_p$<br>N | $k_{c90}$ | $k_{mod}$<br>- | $f_{c90d}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{c90d}$<br>N/mm <sup>2</sup> | u    |
|-------|----------------|-----------------------------|------------|-----------|----------------|---------------------------------|--------------------------------------|------|
| A     | 180            | 225000                      | 11700      | 1.00      | 1.00           | 7.69                            | 0.05                                 | 0.01 |
| B     | 180            | 225000                      | 11700      | 1.00      | 1.00           | 7.69                            | 0.05                                 | 0.01 |

Nachweis der Lagerpressungen für den Hauptträger(u = 0.007) erfüllt!

### 13. Ausnutzungen aller Nachweise

Nachweis der Tragfähigkeit (u = 8.050) nicht erfüllt!

### 14. Detailnachweispunkte

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

Schnittgrößen

| Zustand    | M<br>kNm | V<br>kN | M <sub>1</sub><br>Nmm | N <sub>1</sub><br>N | M <sub>2</sub><br>Nmm | N <sub>2</sub><br>N | M <sub>3</sub><br>Nmm | N <sub>3</sub><br>N |
|------------|----------|---------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Anfang,min | 0.00     | 3.90    | 0                     | -0                  | 0                     | 0                   | 0                     | 0                   |
| Anfang,max | 0.00     | 11.70   | 0                     | -0                  | 0                     | 0                   | 0                     | 0                   |
| End,min    | 0.00     | 3.90    | 0                     | -0                  | 0                     | 0                   | 0                     | 0                   |
| End,max    | 0.00     | 11.70   | 0                     | -0                  | 0                     | 0                   | 0                     | 0                   |

Spannungen und Ausnutzung Steg

| Zustand | $k_{mod,2}$<br>- | $\sigma_{m,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{c,2}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_{\sigma,2}$<br>- | $\tau_2$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_{\tau}$<br>- | $u_2$<br>- |
|---------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------|
| Anfang  | 0.8              | 0.00                                | 0.00                                | 0.00                | 1.10                          | 0.45            | 0.45       |
| End     | 0.8              | 0.00                                | 0.00                                | 0.00                | 1.10                          | 0.45            | 0.45       |

Spannungen und Ausnutzung Gurte

| Zustand | $k_{mod,1}$<br>- | $\sigma_{m,1}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{c,1}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_1$<br>- | $k_{mod,3}$<br>- | $\sigma_{m,3}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{c,3}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_3$<br>- |
|---------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Anfang  | 0.8              | 0.00                                | -0.00                               | 0.00       | 1.0              | 0.00                                | 0.00                                | 0.00       |
| End     | 0.8              | 0.00                                | -0.00                               | 0.00       | 1.0              | 0.00                                | 0.00                                | 0.00       |

Klebefuge mit  $f_{v1,d} = 0.400$  N/mm<sup>2</sup>

| Zustand | $S_{1,d}$<br>cm <sup>2</sup> | $\tau_{1,d}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_{1,d}$<br>- | $S_{2,d}$<br>cm <sup>2</sup> | $\tau_{2,d}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $u_{2,d}$<br>- |
|---------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Anfang  | 1206                         | 1.3666                            | 3.42           | 1179                         | 1.4862                            | 1.93           |
| End     | 1140                         | 1.3666                            | 3.42           | 1240                         | 1.4862                            | 1.93           |

Resultierende Ausnutzung am Nachweispunkt  $u_{res} = 8.050$