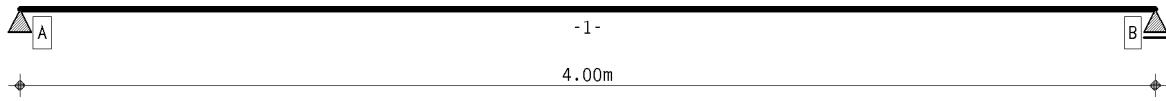


# 1. Berechnungsoptionen

Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

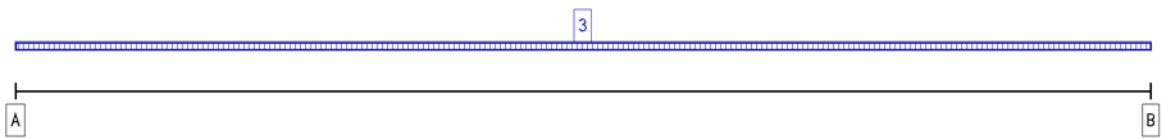
Nutzungsstufe 1

## 2. Statisches System

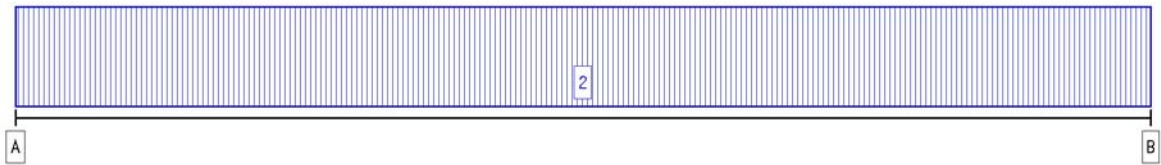


Hauptträger

## 3. Belastung



EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 1 Lastfälle)

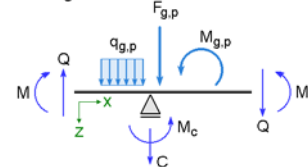


EINWIRKUNG 2: Nutzlasten (1) (veränderlich, 1 Lastfälle)

## 4. Materialparameter

Hauptträger Brettsperrholz  
 Aufbau **Decker ED BSP, 200L/5s**  
 Tragrichtung **40.0-40.0-40.0-40.0-40.0** Nadelvollholz, C24 (S10)  
 Nutzungsstufe **x**-Richtung (Haupttragrichtung)  
 Trägerebreite/-höhe **1**  
 Wärmeausdehnungskoeff. Holz **b/h = 1000 mm / 200 mm**  
 Schubkorrekturfaktor  $\kappa$  **0.500 \* 10<sup>-5</sup> /°K**  
**0.174823**

Schnittgrößendefinition:



## 5. Stababschnitte

Trägerabschnitte

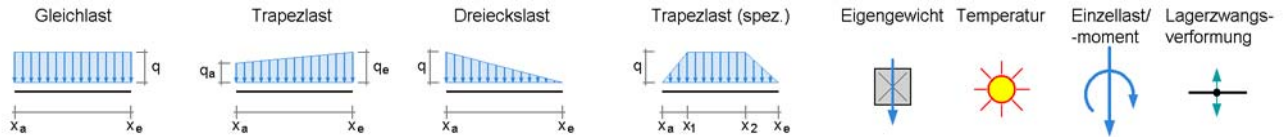
Abschnitt	x <sub>A</sub> m	x <sub>E</sub> m	l m	l <sub>v</sub> m	Kragarm	EI <sub>eff</sub> Nmm <sup>2</sup>	GA <sub>eff</sub> N	EA <sub>eff</sub> N	EI <sub>eff,fire</sub> Nmm <sup>2</sup>	GA <sub>eff,fire</sub> N	EA <sub>eff,fire</sub> N	Z <sub>s,fire</sub> mm
1	0.00	4.00	4.00	4.00	-	5808.000	15174672.00	1320000000.	1525.333	8412976.000	880000000.0	60.0

## 6. Lager

Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	c <sub>F</sub> kN/m	c <sub>M</sub> kNm/-	Festhaltung (F) (M)
A	0.00	100	1000	fest	----	X -
B	4.00	100	1000	fest	----	X -

## 7. Einwirkungen



### 1. Ständige Einwirkung: ständige Lasten

3. Additiver Lastfall: EG

→ Gleichlast:  $q = 0.92 \text{ kN/m}$  von  $x_a = 0.00 \text{ m}$  bis  $x_e = 4.00 \text{ m}$

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

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

→ Gleichlast:  $q = 10.00 \text{ kN/m}$  von  $x_a = 0.00 \text{ m}$  bis  $x_e = 4.00 \text{ m}$

## 8. Nachweise

### 1: EC 5 Tragfähigkeit

Knicknachweis des Druckgurtes nach DIN EN 1995, 6.3.2 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 Brandschutz

Feuerwiderstandsdauer  $t_f = 60 \text{ min}$

Seite	geschützt	$t_{ch}$	$t_f = t_{ch}$	$t_f$	$k_2$	$d_{ef}$
oben	-	-	-	-	-	63.00

Extremierung 1: Standardkombination

### 4: EC 5 Schwingnachweis

Schwingungsnachweis entsprechend der Konstruktions- und Bemessungsregeln aus dem Forschungsvorhaben Winter/Hamm/Richter: "Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken"  
TU München 2010 Modaler Dämpfungsgrad  $\xi = 0.00$

Decke zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten  $\Rightarrow f_{\text{grenz}} = 8 \text{ Hz}$ ,  $w_{\text{grenz}} = 0.5 \text{ mm}$ ,  $a_{\text{grenz}} = 0.05 \text{ m/s}^2$

Numerische Lösung mittels Fourierreihenentwicklung

**Achtung! Gelenke bleiben unberücksichtigt**

**Federn werden nur in den Zwischenlagern berücksichtigt**

Ohne Berücksichtigung von Schubverformungen

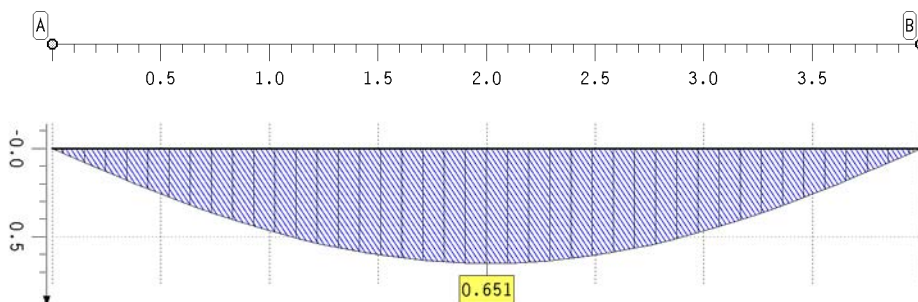
Querkontraktionszahl  $\nu = 0.00$ , Drillsteifigkeit =  $0.0 \%$

Estrich wird nicht berücksichtigt

## 9. Lastfallergebnisse

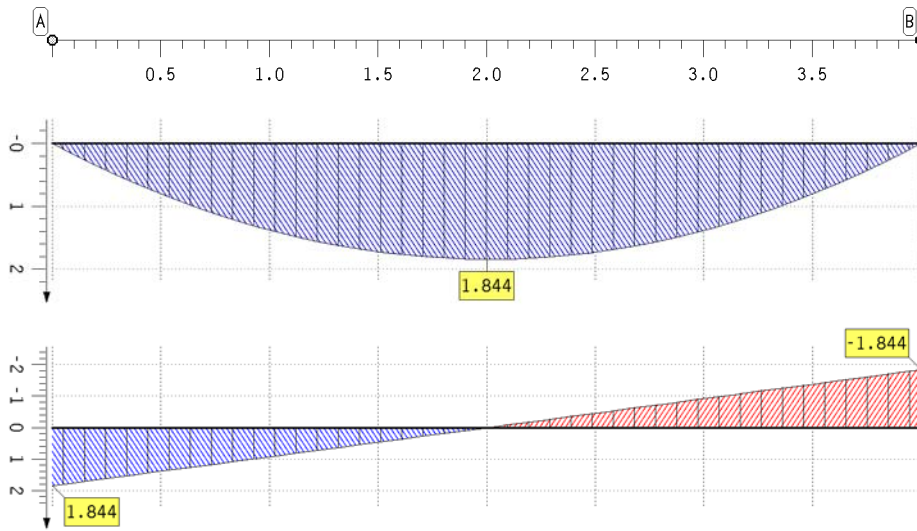
### 9.1. Einwirkung 1: Lastfall 3: EG

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: 0.00  
Max: 0.65

### Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -0.00  
Max: 1.84

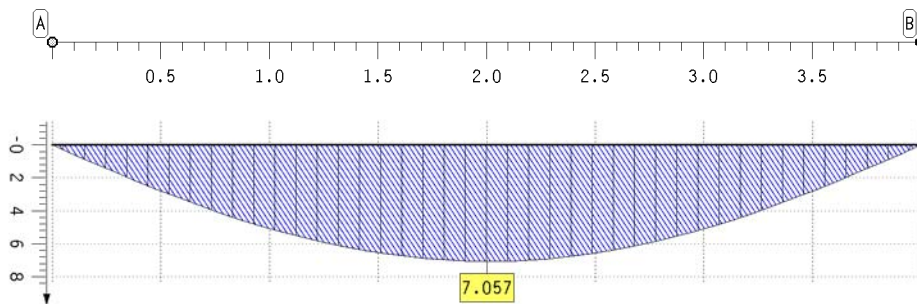
Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -1.84  
Max: 1.84

### Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-1.84
B	4.000	-1.84

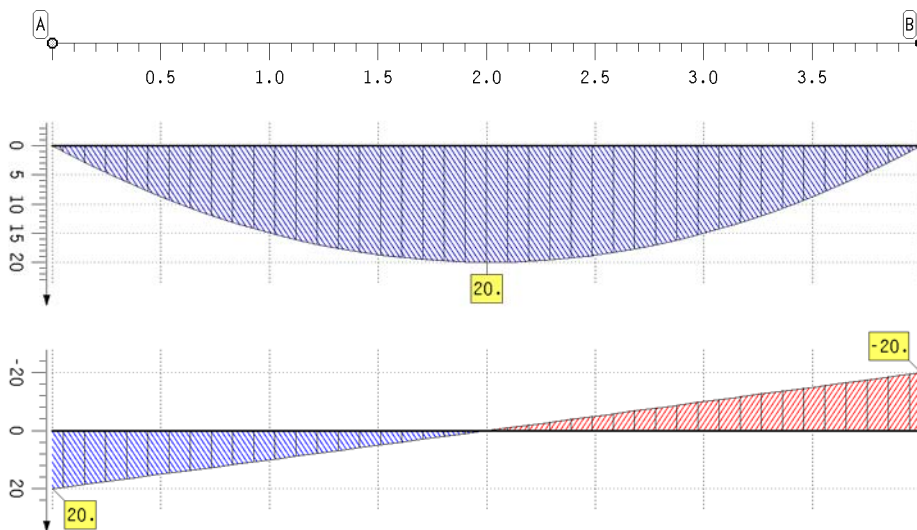
### 9.2. Einwirkung 2: Lastfall 2: Nutzlasten (1/1)

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung  
Hauptträger  
charakteristisch  
w in mm  
Min: 0.00  
Max: 7.06

### Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -0.00  
Max: 20.00

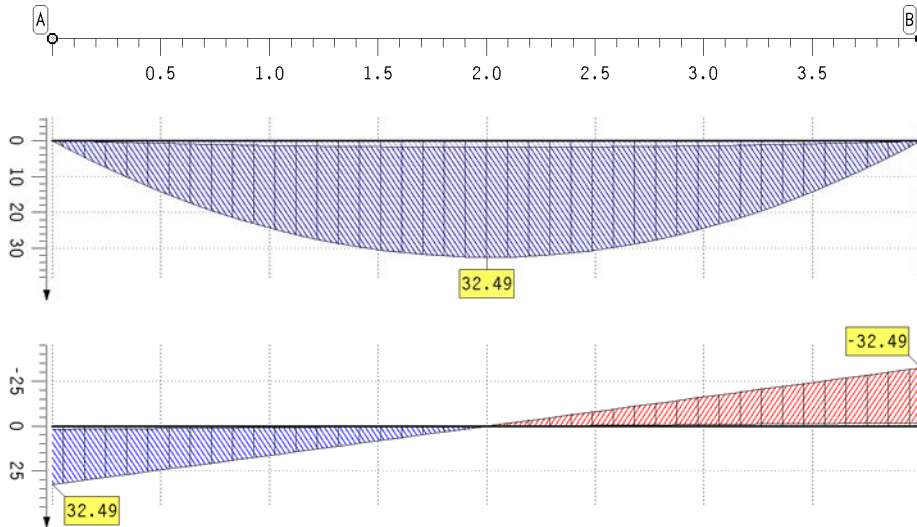
Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -20.00  
Max: 20.00

## Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-20.00
B	4.000	-20.00

## 10. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

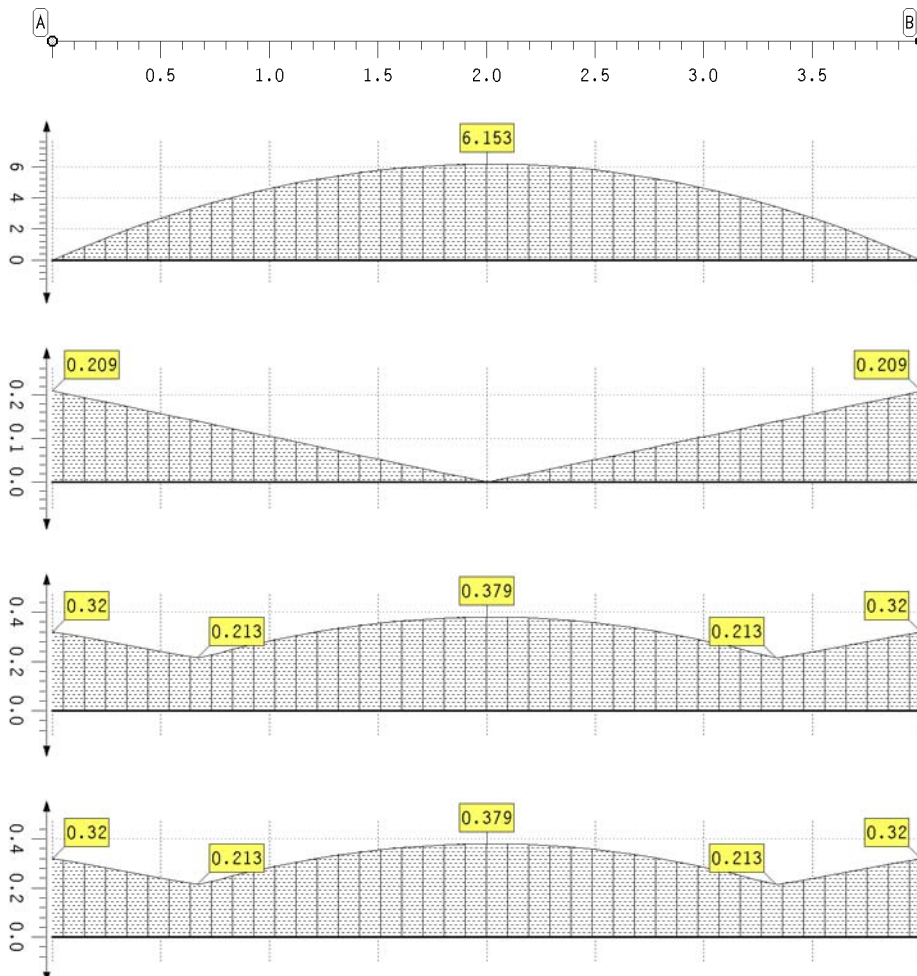
### 10.1. Tragfähigkeitsnachweis extremale Schnittgrößen



Biegemoment  
Hauptträger  
M in kNm  
Min: -0.00  
Max: 32.49

Querkraft  
Hauptträger  
V in kN  
Min: -32.49  
Max: 32.49

### Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



Biegespannung  
Hauptträger  
 $\sigma_h$  in MN/m<sup>2</sup>  
Max: 6.15

Schubspannung  
Hauptträger  
 $\tau_h$  in MN/m<sup>2</sup>  
Max: 0.21

Ausnutzung  
Hauptträger  
Max: 0.38

maximale  
Ausnutzung  
Max: 0.38

## Tragfähigkeitsnachweis des Hauptträgers

Punkt	x m	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$ MN/m <sup>2</sup>	$\tau_h$ MN/m <sup>2</sup>	$U_h$
A	0.000	0.000	0.00	0.21	0.320
	0.667	0.000	3.42	0.14	0.213
	1.333	0.000	5.47	0.07	0.337
	2.000	0.000	6.15	0.00	0.379
	2.667	0.000	5.47	0.07	0.337

Punkt	x m	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$ MN/m <sup>2</sup>	$\tau_h$ MN/m <sup>2</sup>	$U_h$
	3.333	0.000	3.42	0.14	0.213
B	4.000	0.000	0.00	0.21	0.320
Minimum		0.000	0.00	0.00	0.213
Maximum		0.000	6.15	0.21	0.379

maximale Ausnutzung

Punkt	x m	U
A	0.000	0.320
	0.667	0.213
	1.333	0.337

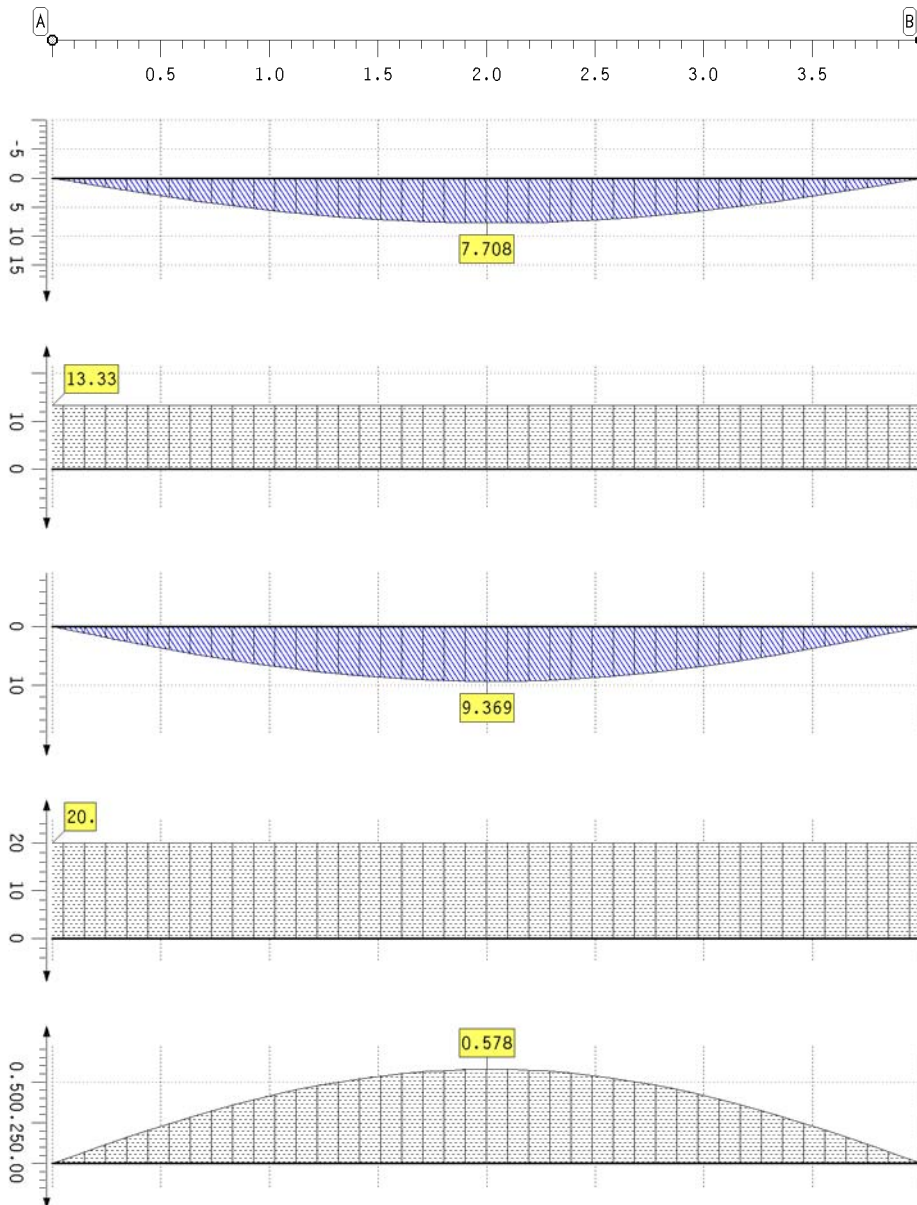
Punkt	x m	U
	2.000	0.379
	2.667	0.337
	3.333	0.213

Punkt	x m	U
B	4.000	0.320
Minimum		0.213
Maximum		0.379

## 11. Durchbiegungsnachweisergebnisse

### 11.1. Durchbiegungsnachweis

Ergebnisse des Durchbiegungsnachweises



extremale Durchbiegungen

$W_{inst}$   
in mm  
Min: 0.00  
Max: 7.71

maßgebende Durchbiegung

$W_{inst,req}$   
in mm  
Min: 13.33  
Max: 13.33

extremale Durchbiegungen

$W_{fin}$   
in mm  
Min: 0.00  
Max: 9.37

maßgebende Durchbiegung

$W_{fin,req}$   
in mm  
Min: 20.00  
Max: 20.00

maximale Ausnutzung  
Max: 0.58

## 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	13.33	0.00	0.00	20.00	----	----	----	0.000
	1.048	0.00	5.74	13.33	0.00	6.98	20.00	----	----	----	0.430
	2.000	0.00	7.71	13.33	0.00	9.37	20.00	----	----	----	0.578
	2.952	0.00	5.74	13.33	0.00	6.98	20.00	----	----	----	0.430
B	4.000	0.00	0.00	13.33	0.00	0.00	20.00	----	----	----	0.000
Minimum		0.00	0.00	13.33	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Maximum		0.00	7.71	13.33	0.00	9.37	20.00	0.00	0.00	0.00	0.578

## 12. Schwingnachweisergebnisse

### 12.1. Eigenfrequenz

$EI_{längs} = 5.808000 \text{ MNm}^2/\text{m}$ ,  $EI_{quer} = 1.525333 \text{ MNm}^2/\text{m}$

$f_e = 24.878 \text{ Hz} \geq f_e = 8 \text{ Hz} \Rightarrow$  **Kriterium erfüllt!**

### 12.2. Steifigkeitskriterium

Raumbreite  $b = 1.000 \text{ m}$ ,  $b_{ef} = 1.000 \text{ m}$ ,  $x_{max F} = 2.000 \text{ m}$ ,  $x_{max w} = 2.000 \text{ m} \Rightarrow w_{max} = 0.230 \text{ mm}$

$w(2\text{kN}) = 0.46 \text{ mm} \leq w_{grenz} = 0.5 \text{ mm} \Rightarrow$  **Kriterium erfüllt!**

### 12.3. Konstruktive Anforderungen

Schwimmende Lagerung des Estrichs ist unbedingt erforderlich!

Nach [Winter/Hamm/Richter], TU München 2010 gilt:

Nassestriche sind aufgrund ihrer höheren Masse und höheren Steifigkeit gegenüber Trockenestrichen günstiger zu bewerten, was das Schwingungsverhalten der Decken betrifft.

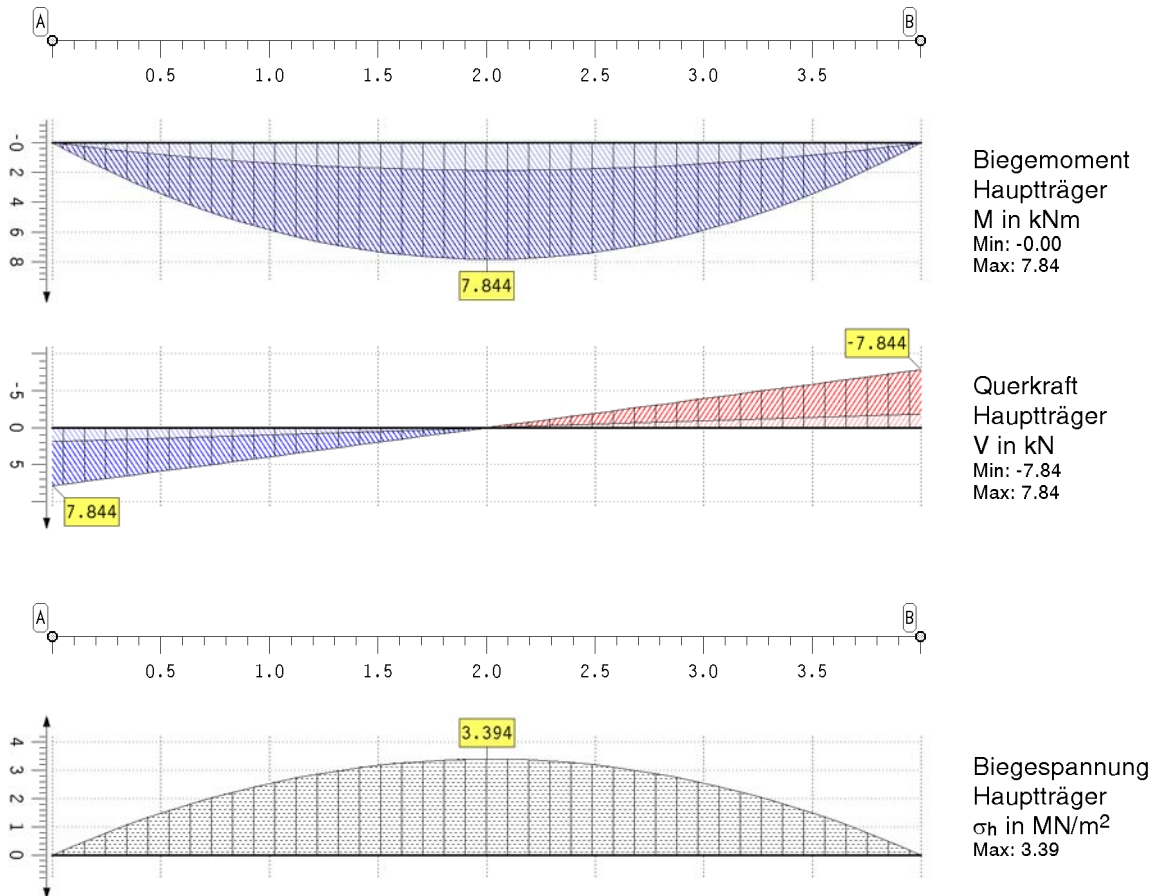
Eine (möglichst schwere) Schüttung verbessert das Schwingungsverhalten.

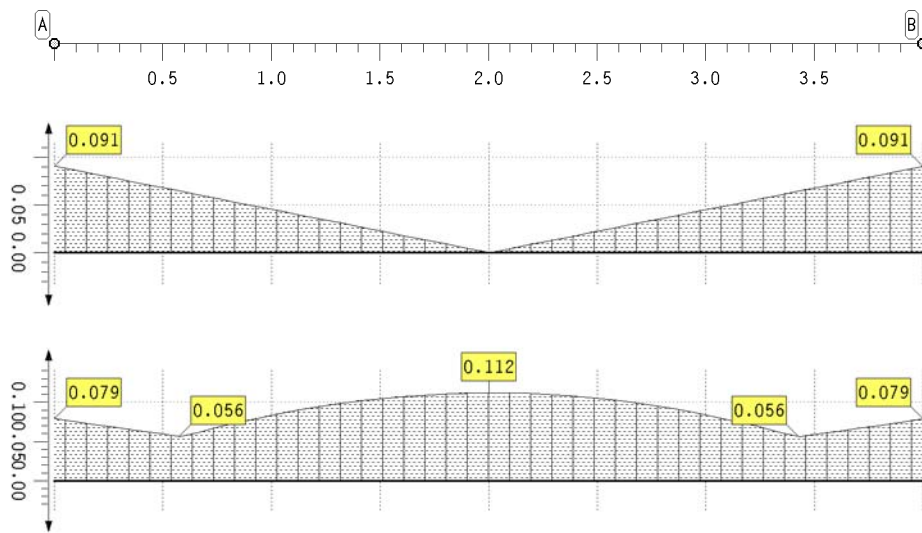
Je schwerer die Schüttung, desto größer die Verbesserung der subjektiven Bewertung. Als schwere Schüttung werden Schüttungen mit einem Flächengewicht von mindestens  $60 \text{ kg/m}^2$  bezeichnet.

## 13. Brandschutznachweisergebnisse

### 13.1. Brandschutznachweis

extremale Schnittgrößen





Schubspannung  
Hauptträger  
 $\tau_h$  in MN/m<sup>2</sup>  
Max: 0.09

Ausnutzung  
Hauptträger  
Max: 0.11

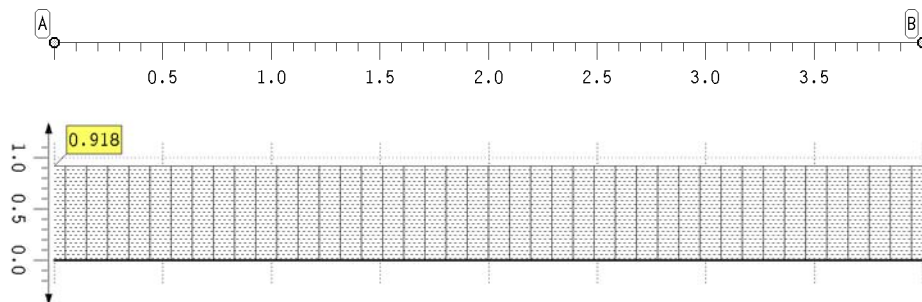
#### Tragfähigkeitsnachweis des Hauptträgers

Punkt	x m	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$ MN/m <sup>2</sup>	$\tau_h$ MN/m <sup>2</sup>	$U_h$	Punkt	x m	$k_{mod,h}$	$\sigma_h$ MN/m <sup>2</sup>	$\tau_h$ MN/m <sup>2</sup>	$U_h$
A	0.000	0.000	0.00	0.09	0.079		3.429	0.000	1.66	0.06	0.056
	0.571	0.000	1.66	0.06	0.056	B	4.000	0.000	0.00	0.09	0.079
	1.333	0.000	3.02	0.03	0.099	Minimum		0.000	0.00	0.00	0.056
	2.000	0.000	3.39	0.00	0.112	Maximum		0.000	3.39	0.09	0.112
	2.667	0.000	3.02	0.03	0.099						

## 14. Zusammenfassung

### 14.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung  
Max: 0.92

### 14.2. Eigenfrequenz

$EI_{längs} = 5.808000 \text{ MNm}^2/\text{m}$ ,  $EI_{quer} = 1.525333 \text{ MNm}^2/\text{m}$

$f_e = 24.878 \text{ Hz} \geq f_e = 8 \text{ Hz} \Rightarrow$  **Kriterium erfüllt!**

### 14.3. Steifigkeitskriterium

Raumbreite  $b = 1.000 \text{ m}$ ,  $b_{ef} = 1.000 \text{ m}$ ,  $x_{max F} = 2.000 \text{ m}$ ,  $x_{max w} = 2.000 \text{ m} \Rightarrow w_{max} = 0.230 \text{ mm}$

$w(2\text{kN}) = 0.46 \text{ mm} \leq w_{grenz} = 0.5 \text{ mm} \Rightarrow$  **Kriterium erfüllt!**

### 14.4. Konstruktive Anforderungen

Schwimmende Lagerung des Estrichs ist unbedingt erforderlich!

Nach [Winter/Hamm/Richter], TU München 2010 gilt:

Nassestriche sind aufgrund ihrer höheren Masse und höheren Steifigkeit gegenüber Trockenestrichen günstiger zu bewerten, was das Schwingungsverhalten der Decken betrifft.

Eine (möglichst schwere) Schüttung verbessert das Schwingungsverhalten.

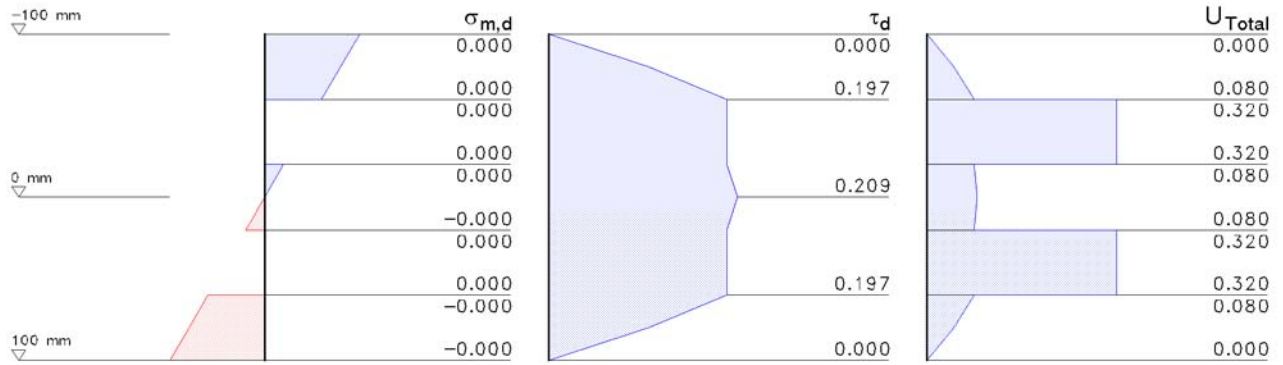
Je schwerer die Schüttung, desto größer die Verbesserung der subjektiven Bewertung. Als schwere Schüttung werden Schüttungen mit einem Flächengewicht von mindestens  $60 \text{ kg/m}^2$  bezeichnet.

## 15. Ausnutzungen aller Nachweise

Alle Nachweise erfüllt!

## 16. Detailnachweispunkte

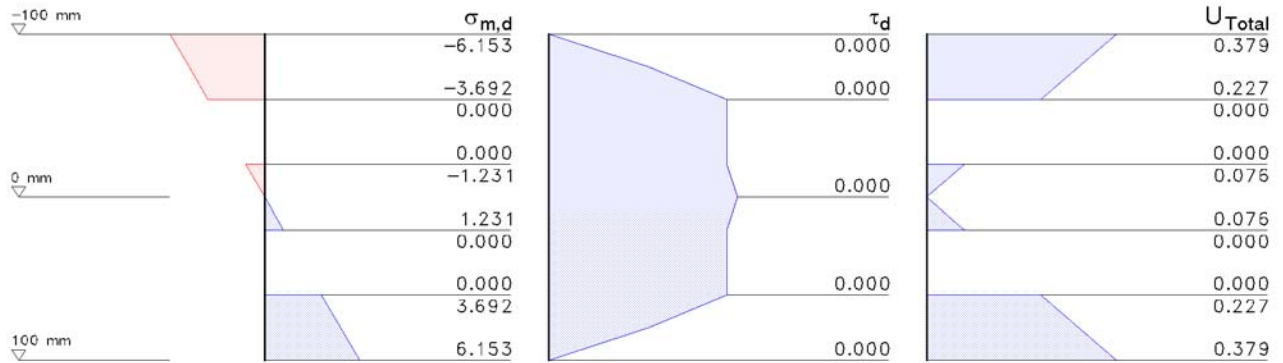
16.1. Nachweis der Tragfähigkeit bei  $x = 4.00$  m,  $\max V_d = -1.84$  kN,  $\min M_d = -0.00$  kNm,  $\max M_d = -0.00$  kNm



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit  $B_x = 5808.000$  Nmm

z [mm]	$ES_x$ [Nmm]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	z [mm]	$ES_x$ [Nmm]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
100.0	0.000	-0.000	16.25	0.000	2.46	-20.0	-35.200	0.000	16.25	0.197	0.62
80.0	-19.800	-0.000	16.25	0.111	2.46	-40.0	-35.200	0.000	16.25	0.197	0.62
60.0	-35.200	0.000	16.25	0.197	0.62	-60.0	-35.200	0.000	16.25	0.197	2.46
40.0	-35.200	0.000	16.25	0.197	0.62	-80.0	-19.800	0.000	16.25	0.111	2.46
20.0	-35.200	-0.000	16.25	0.197	2.46	-100.0	0.000	0.000	16.25	0.000	2.46
0.0	-37.400	-0.000	16.25	0.209	2.46						

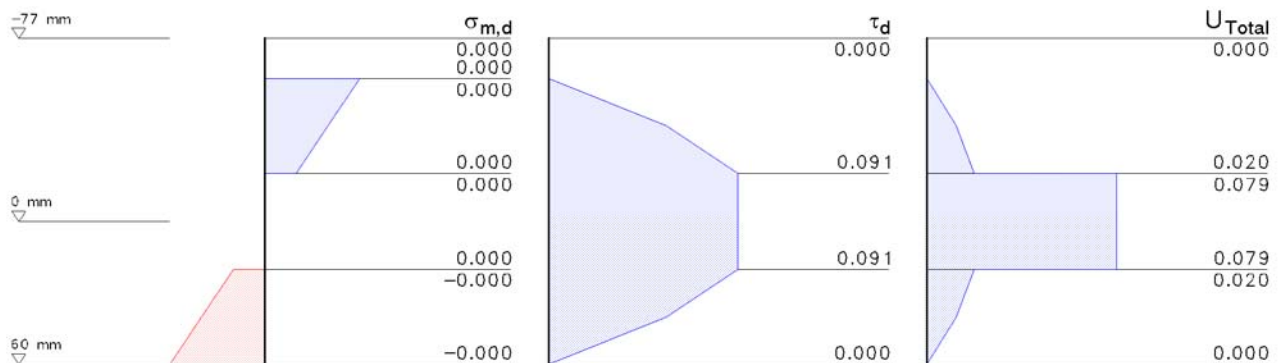
16.2. Nachweis der Tragfähigkeit bei  $x = 2.00$  m,  $\max V_d = 0.00$  kN,  $\min M_d = 1.84$  kNm,  $\max M_d = 32.49$  kNm



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit  $B_x = 5808.000$  Nmm

z [mm]	$ES_x$ [Nmm]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	z [mm]	$ES_x$ [Nmm]	$\sigma_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{m,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{v,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
100.0	0.000	6.153	16.25	0.000	2.46	-20.0	-35.200	0.000	16.25	0.000	0.62
80.0	-19.800	4.923	16.25	0.000	2.46	-40.0	-35.200	0.000	16.25	0.000	0.62
60.0	-35.200	0.000	16.25	0.000	0.62	-60.0	-35.200	-3.692	16.25	0.000	2.46
40.0	-35.200	0.000	16.25	0.000	0.62	-80.0	-19.800	-4.923	16.25	0.000	2.46
20.0	-35.200	1.231	16.25	0.000	2.46	-100.0	0.000	-6.153	16.25	0.000	2.46
0.0	-37.400	0.000	16.25	0.000	2.46						

16.3. Nachweis Brand bei  $x = 4.00$  m,  $\max V_d = -1.84$  kN,  $\min M_d = -0.00$  kNm,  $\max M_d = -0.00$  kNm

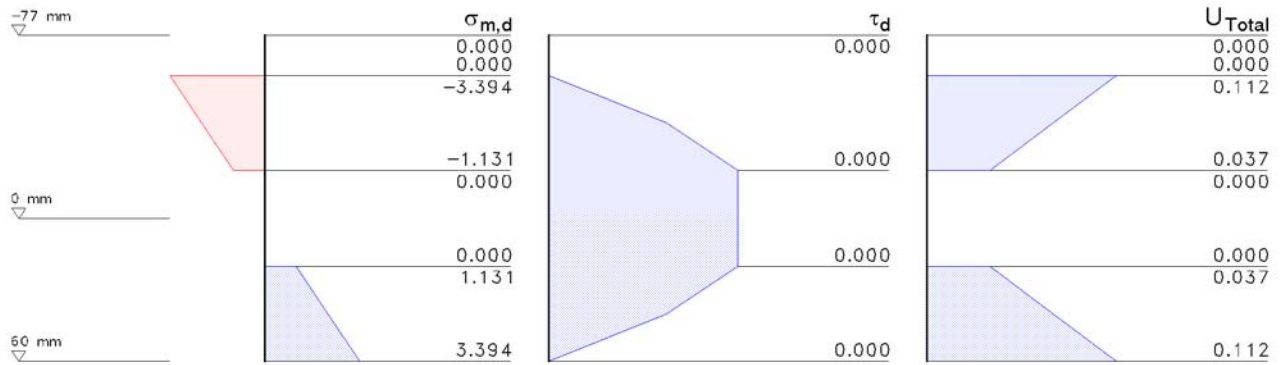




Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit  $B_x = 1525.333 \text{ Nmm}$

z mm	ES <sub>x</sub> Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	z mm	ES <sub>x</sub> Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>
60.0	0.000	-0.000	30.36	0.000	4.60	-40.0	-11.000	0.000	30.36	0.057	4.60
40.0	-11.000	-0.000	30.36	0.057	4.60	-60.0	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
20.0	-17.600	0.000	30.36	0.091	1.15	-68.5	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
0.0	-17.600	0.000	30.36	0.091	1.15	-77.0	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
-20.0	-17.600	0.000	30.36	0.091	4.60						

16.4. Nachweis Brand bei  $x = 2.00 \text{ m}$ ,  $\max V_d = 0.00 \text{ kN}$ ,  $\min M_d = 1.84 \text{ kNm}$ ,  $\max M_d = 7.84 \text{ kNm}$



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit  $B_x = 1525.333 \text{ Nmm}$

z mm	ES <sub>x</sub> Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	z mm	ES <sub>x</sub> Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$ N/mm <sup>2</sup>
60.0	0.000	3.394	30.36	0.000	4.60	-40.0	-11.000	-2.263	30.36	0.000	4.60
40.0	-11.000	2.263	30.36	0.000	4.60	-60.0	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
20.0	-17.600	0.000	30.36	0.000	1.15	-68.5	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
0.0	-17.600	0.000	30.36	0.000	1.15	-77.0	0.000	0.000	30.36	0.000	1.15
-20.0	-17.600	-1.131	30.36	0.000	4.60						