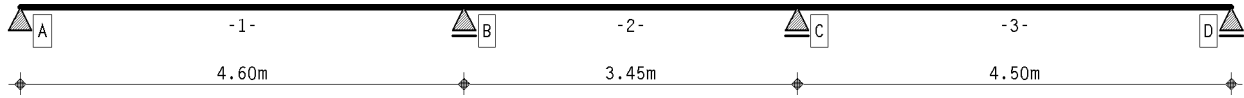


1. Berechnungsoptionen

Berechnung DIN EN 1995:2010, Deutschland

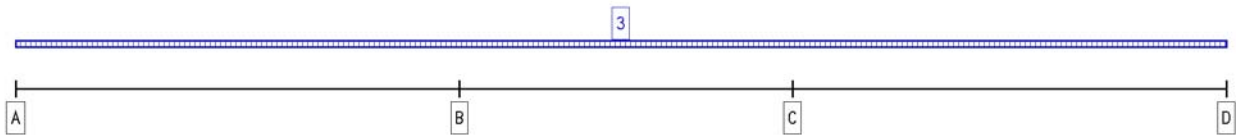
Nutzungsstufe 1

2. Statisches System

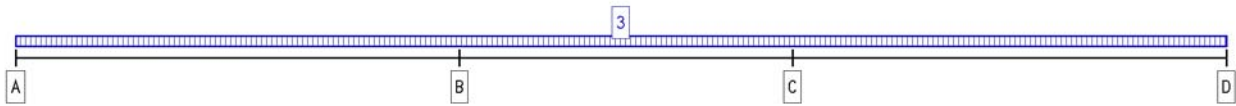


Hauptträger

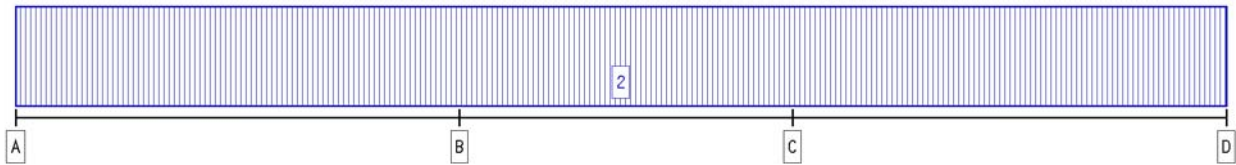
3. Belastung



EINWIRKUNG 1: ständige Lasten (ständig, 2 Lastfälle)



D

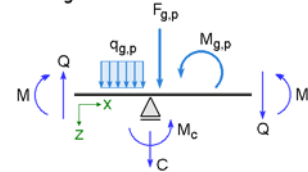


EINWIRKUNG 2: Nutzlasten (1) (veränderlich, 1 Lastfälle)

4. Materialparameter

Hauptträger Brettspertholz **Leno, 160**
 Aufbau **34.0-34.0-24.0-34.0-34.0** Nadelvollholz, C24 (S10)
 Tragrichtung x-Richtung (Haupttragrichtung)
 Nutzungsstufe **1**
 Trägerbreite/-höhe $b/h = 1000 \text{ mm} / 160 \text{ mm}$
 Wärmeausdehnungskoeff. Holz $0.500 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{K}$
 Schubkorrekturfaktor κ **0.166597**

Schnittgrößendefinition:



5. Stababschnitte

Trägerabschnitte

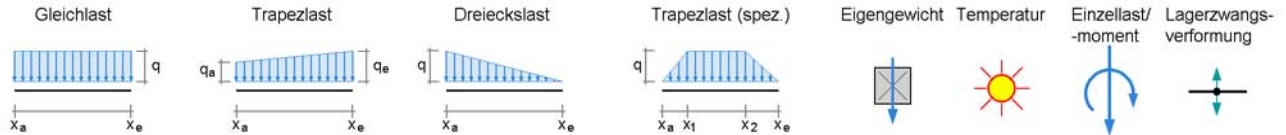
Abschnitt	x_A m	x_E m	l m	l_v m	Kragarm	EI_{eff} Nmm ²	GA_{eff} N	$E A_{\text{eff}}$ N	$E I_{\text{eff,fire}}$ Nmm ²	$GA_{\text{eff,fire}}$ N	$E A_{\text{eff,fire}}$ N	$Z_{s,fire}$ mm
1	-∞	4.60	4.60	4.60	-	3053.541	11142003.00	1012000000.	831.287	7539340.500	662750016.0	46.2
2	-∞	8.05	3.45	3.45	-	3053.541	11142003.00	1012000000.	831.287	7539340.500	662750016.0	46.2
3	-∞	12.55	4.50	4.50	-	3053.541	11142003.00	1012000000.	831.287	7539340.500	662750016.0	46.2

6. Lager

Lagerkoordinaten

Lager-Bez.	x m	Breite mm	Tiefe mm	CF kN/m	CM kNm/ -	Festhaltung (F) (M)	
A	0.00	100	1000	fest	----	X	-
B	4.60	111	1000	fest	----	X	-
C	8.05	111	1000	fest	----	X	-
D	12.55	100	1000	fest	----	X	-

7. Einwirkungen



1. Ständige Einwirkung: ständige Lasten

3. Additiver Lastfall: EG

⇒ Gleichlast: $q = 0.82$ kN/m von $x_a = 0.00$ m bis $x_e = 12.55$ m

⇒ Gleichlast: $q = 1.32$ kN/m von $x_a = 0.00$ m bis $x_e = 12.55$ m

2. Veränderliche Einwirkung: Nutzlasten (1)

2. Additiver Lastfall: Nutzlasten (1/1)

⇒ Gleichlast: $q = 10.00$ kN/m von $x_a = 0.00$ m bis $x_e = 12.55$ 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 vom Benutzer definiert!

$w_{inst} \leq l_v / 300$, Kragarm: $l_v / 150$

$w_{fin} \leq l_v / 200$, Kragarm: $l_v / 100$

$w_{net,fin} \leq l_v / 200$, Kragarm: $l_v / 100$

Extremierung 1

3: EC 5 Brandschutz

Feuerwiderstandsdauer $t_f = 60$ min

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

oben x 30.00 - 50.00 0.75 31.75

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 innerhalb einer Nutzungseinheit $\Rightarrow f_{grenz} = 6$ Hz, $w_{grenz} = 1.0$ mm, $a_{grenz} = 0.10$ m/s²

Numerische Lösung mittels Fourierreihenentwicklung

Achtung! Gelenke bleiben unberücksichtigt

Federn werden nur in den Zwischenlagern berücksichtigt

Ohne Berücksichtigung von Schubverformungen

Querkontraktionszahl $v = 0.00$, Drillsteifigkeit = 0.0 %

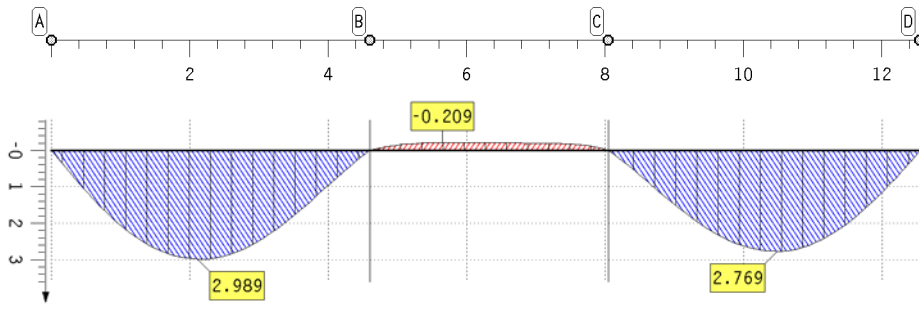
60 mm, $E = 25000$ N/mm², $g = 0.220$ kN/mm², $I_{Estrich} = 18$ mm⁴

Mit Berücksichtigung der Plattenwirkung

9. Lastfallergebnisse

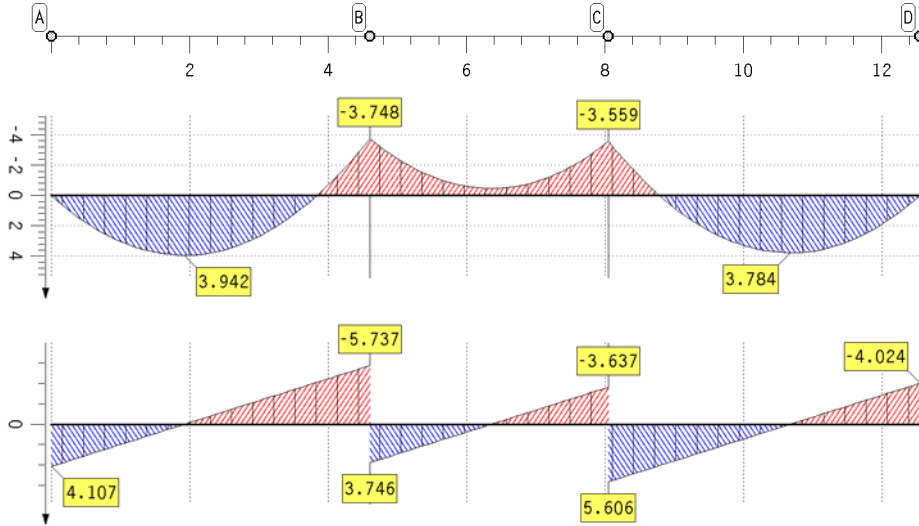
9.1. Einwirkung 1: Lastfall 3: EG

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: -0.21
Max: 2.99

Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -3.75
Max: 3.94

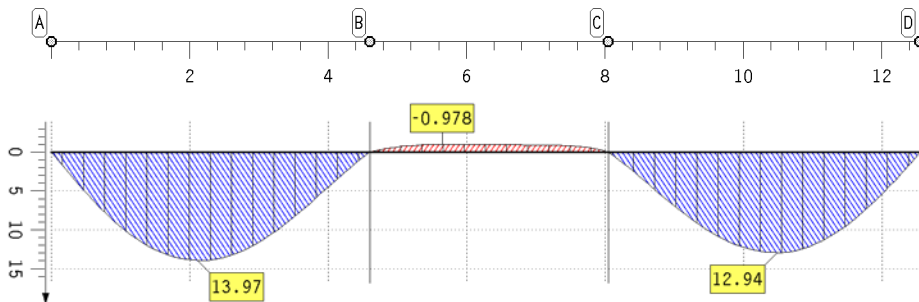
Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -5.74
Max: 5.61

Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-4.11
B	4.600	-9.48
C	8.050	-9.24
D	12.550	-4.02

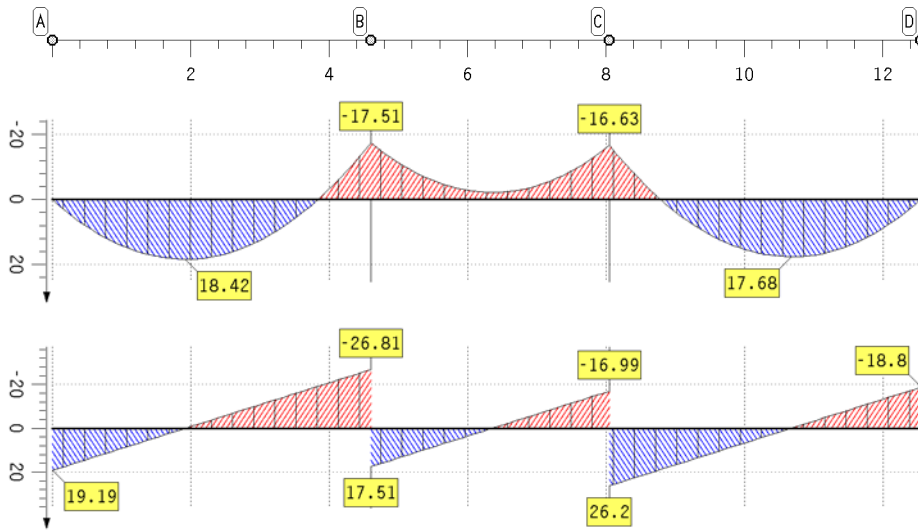
9.2. Einwirkung 2: Lastfall 2: Nutzlasten (1/1)

Durchbiegung des Hauptträgers (charakteristisch)



Durchbiegung
Hauptträger
charakteristisch
w in mm
Min: -0.98
Max: 13.97

Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -17.51
Max: 18.42

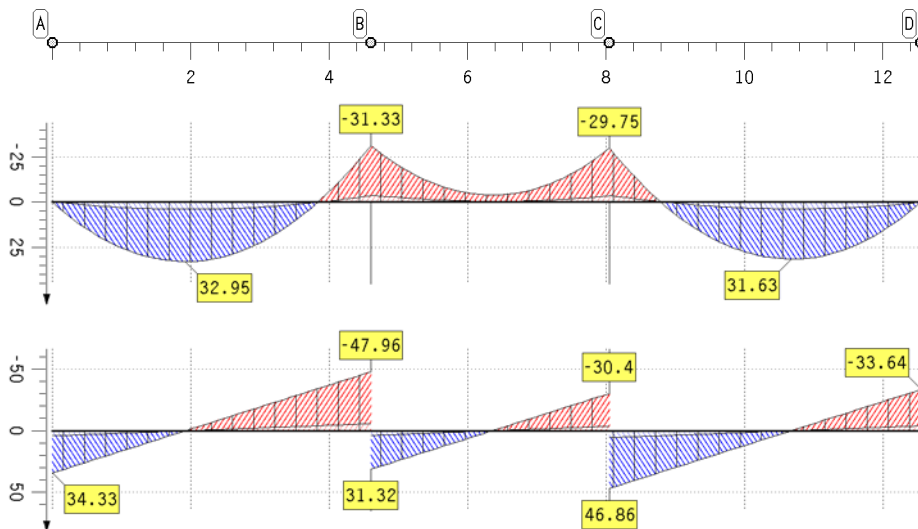
Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -26.81
Max: 26.20

Lagerkräfte

Punkt	x m	AP kN
A	0.000	-19.19
B	4.600	-44.31
C	8.050	-43.19
D	12.550	-18.80

10. Tragfähigkeitsnachweisergebnisse

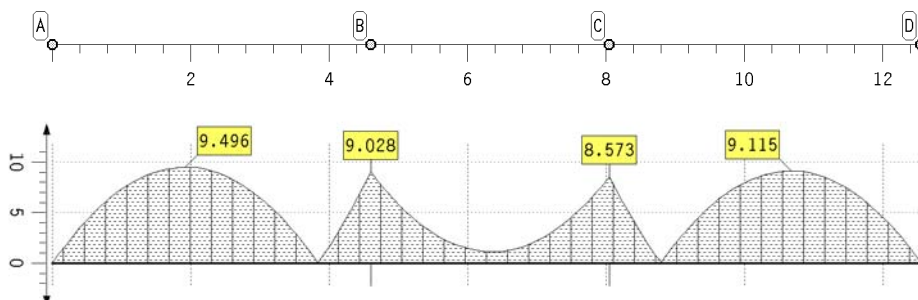
10.1. Tragfähigkeitsnachweis extremale Schnittgrößen



Biegemoment
Hauptträger
M in kNm
Min: -31.33
Max: 32.95

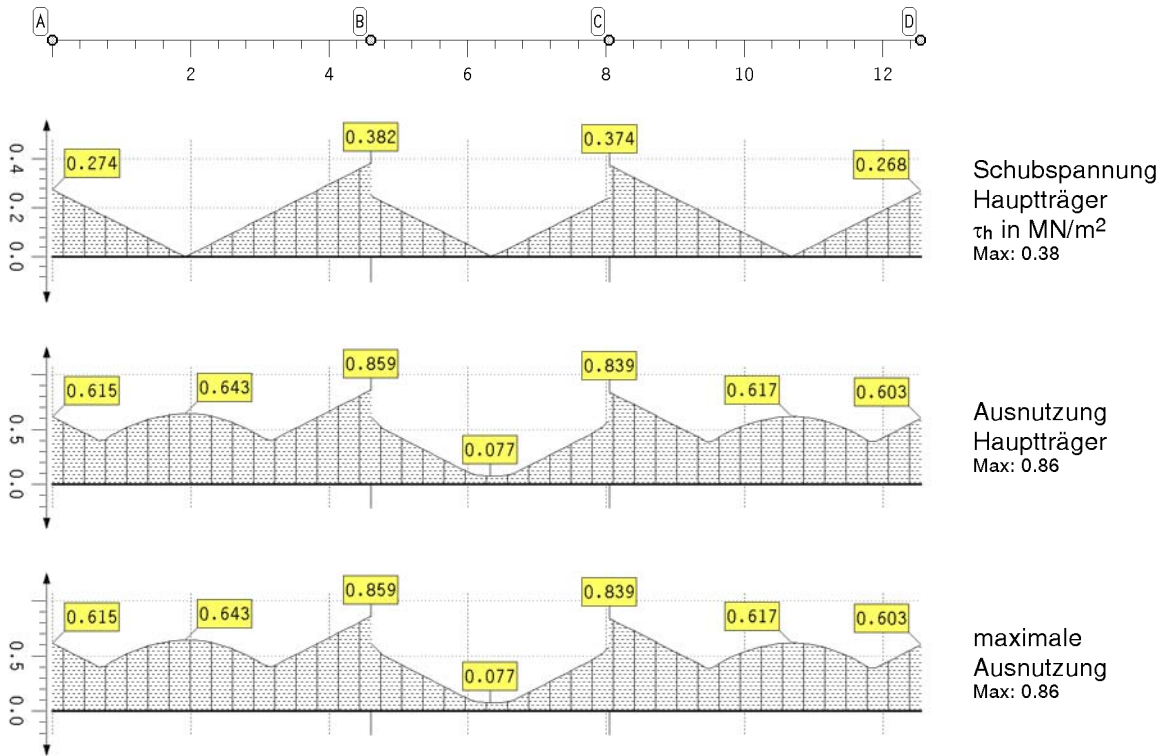
Querkraft
Hauptträger
V in kN
Min: -47.96
Max: 46.86

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



Biegespannung
Hauptträger
 σ_h in MN/m²
Max: 9.50

Ergebnisse des Tragfähigkeitsnachweises



Tragfähigkeitsnachweis des Hauptträgers

Punkt	x	$k_{mod,h}$	σ_h	τ_h	U_h	Punkt	x	$k_{mod,h}$	σ_h	τ_h	U_h
-	m	-	MN/m ²	MN/m ²	-	-	m	-	MN/m ²	MN/m ²	-
A	0.000	0.000	0.00	0.27	0.615	C	8.050	0.000	8.57	0.24	0.580
	0.671	0.000	5.48	0.18	0.400	C	8.050	0.000	8.57	0.37	0.839
	1.342	0.000	8.64	0.08	0.585		8.800	0.000	0.11	0.27	0.599
	1.917	0.000	9.50	0.00	0.643		9.456	0.000	5.32	0.17	0.389
	2.492	0.000	8.65	0.08	0.586		10.113	0.000	8.32	0.08	0.563
	3.162	0.000	5.51	0.18	0.398		10.675	0.000	9.12	0.00	0.617
	3.833	0.000	0.05	0.27	0.613		11.238	0.000	8.28	0.08	0.561
B	4.600	0.000	9.03	0.38	0.859		11.894	0.000	5.25	0.17	0.392
B	4.600	0.000	9.03	0.25	0.611	D	12.550	0.000	0.00	0.27	0.603
	5.463	0.000	3.16	0.13	0.285	Minimum		0.000	0.00	0.00	0.077
	6.325	0.000	1.13	0.00	0.077	Maximum		0.000	9.50	0.38	0.859
	7.188	0.000	2.93	0.12	0.268						

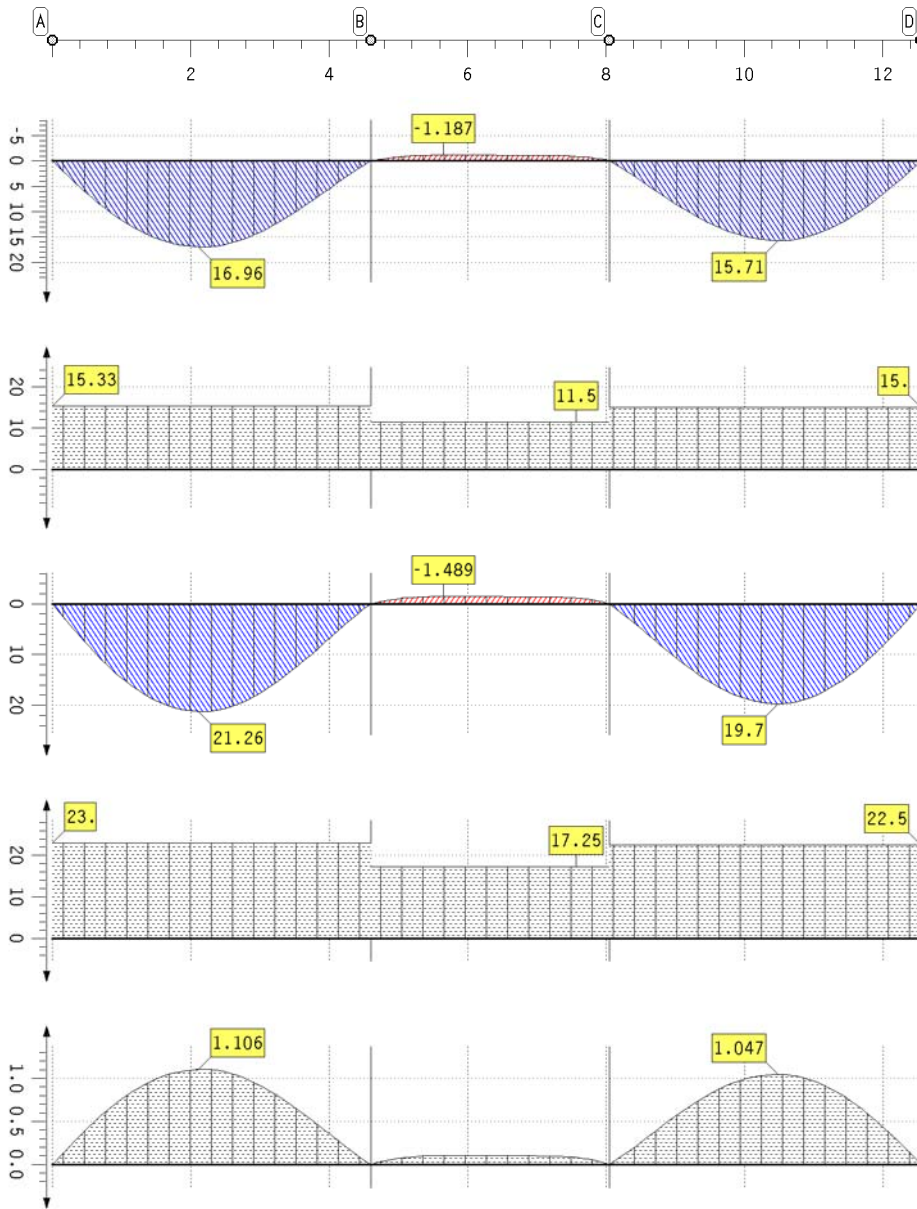
maximale Ausnutzung

Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U	Punkt	x	U
-	m	-	-	m	-	-	m	-	-	m	-
A	0.000	0.615	B	4.600	0.859	C	8.050	0.839	D	12.550	0.603
	0.671	0.400	B	4.600	0.611		9.456	0.389	Minimum		0.077
	1.342	0.585		6.037	0.100		10.113	0.563	Maximum		0.859
	1.917	0.643		6.325	0.077		10.675	0.617			
	2.492	0.586		6.708	0.115		11.238	0.561			
	3.162	0.398	C	8.050	0.580		11.894	0.392			

11. Durchbiegungsnachweisergebnisse

11.1. Durchbiegungsnachweis

Ergebnisse des Durchbiegungsnachweises



extremale Durchbiegungen

Winst
in mm
Min: -1.19
Max: 16.96

maßgebende Durchbiegung

Winst,req
in mm
Min: 11.50
Max: 15.33

extremale Durchbiegungen

Wfin
in mm
Min: -1.49
Max: 21.26

maßgebende Durchbiegung

Wfin,req
in mm
Min: 17.25
Max: 23.00

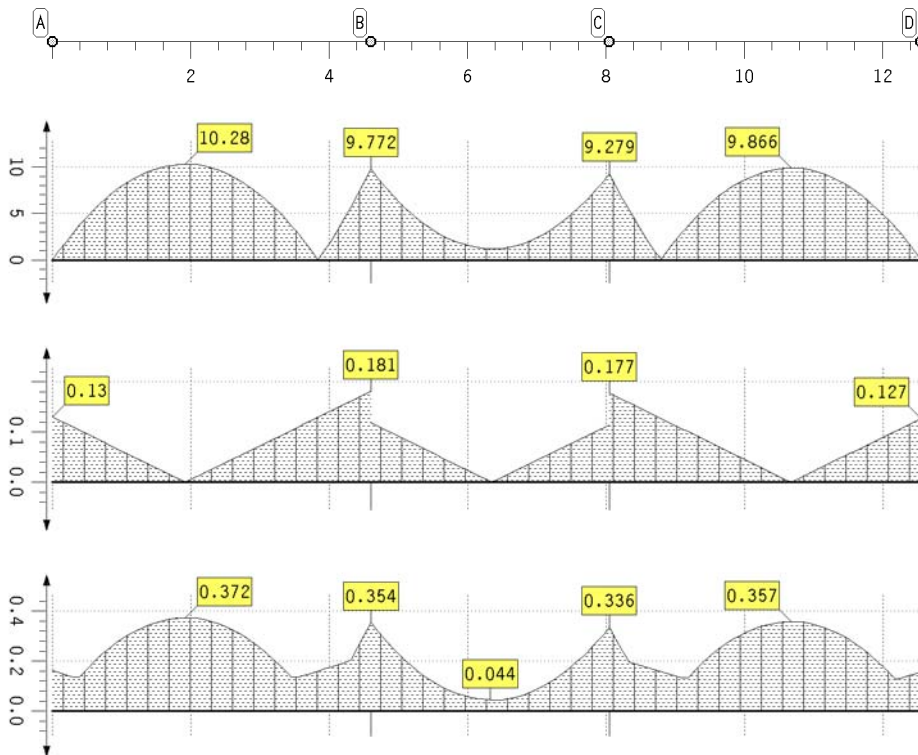
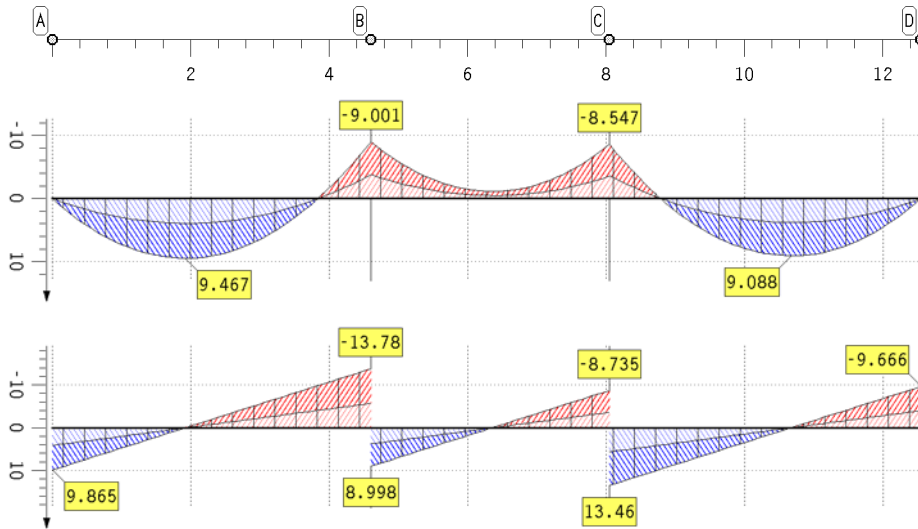
maximale Ausnutzung
Max: 1.11

Durchbiegungsnachweis

Punkt	x m	min/max/req winst			min/max/req wfin			min/max/req wnet,fin			U
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
A	0.000	0.00	0.00	15.33	0.00	0.00	23.00	----	----	----	0.000
	1.150	0.00	12.92	15.33	0.00	16.20	23.00	----	----	----	0.842
	2.108	0.00	16.96	15.33	0.00	21.26	23.00	----	----	----	1.106
	3.067	0.00	13.61	15.33	0.00	17.07	23.00	----	----	----	0.888
B	4.600	0.00	0.00	15.33	0.00	0.00	23.00	----	----	----	0.000
	4.600	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00	17.25	----	----	----	0.000
B	4.792	-0.50	0.00	11.50	-0.63	0.00	17.25	----	----	----	0.043
	5.079	-0.94	0.00	11.50	-1.18	0.00	17.25	----	----	----	0.082
	5.654	-1.19	0.00	11.50	-1.49	0.00	17.25	----	----	----	0.103
	7.379	-1.03	0.00	11.50	-1.29	0.00	17.25	----	----	----	0.089
	7.762	-0.64	0.00	11.50	-0.80	0.00	17.25	----	----	----	0.056
C	8.050	0.00	0.00	11.50	0.00	0.00	17.25	----	----	----	0.000
C	8.050	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	22.50	----	----	----	0.000
	9.550	0.00	12.64	15.00	0.00	15.85	22.50	----	----	----	0.842
	10.488	0.00	15.71	15.00	0.00	19.70	22.50	----	----	----	1.047
	11.425	0.00	11.96	15.00	0.00	15.00	22.50	----	----	----	0.797
D	12.550	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	22.50	----	----	----	0.000
Minimum		-1.19	0.00	11.50	-1.49	0.00	17.25	0.00	0.00	0.00	0.000
Maximum		0.00	16.96	15.33	0.00	21.26	23.00	0.00	0.00	0.00	1.106

12. Brandschutznachweisergebnisse

12.1. Brandschutznachweis extremale Schnittgrößen



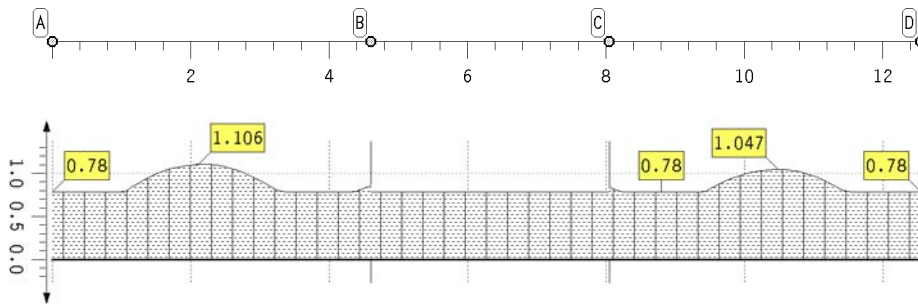
Tragfähigkeitsnachweis des Hauptträgers

Punkt	x m	$k_{mod,h}$	σ_h MN/m ²	τ_h MN/m ²	U_h	Punkt	x m	$k_{mod,h}$	σ_h MN/m ²	τ_h MN/m ²	U_h
A	0.000	0.000	0.00	0.13	0.161	C	8.050	0.000	9.28	0.11	0.336
	0.383	0.000	3.70	0.10	0.134	C	8.050	0.000	9.28	0.18	0.336
	1.150	0.000	8.63	0.05	0.313		8.331	0.000	5.39	0.16	0.196
	1.917	0.000	10.28	0.00	0.372		8.800	0.000	0.11	0.13	0.157
	2.683	0.000	8.65	0.05	0.313		9.175	0.000	3.63	0.10	0.132
	3.450	0.000	3.74	0.10	0.136		9.925	0.000	8.32	0.05	0.301
	3.833	0.000	0.06	0.13	0.161		10.675	0.000	9.87	0.00	0.357
	4.312	0.000	5.70	0.16	0.207		11.425	0.000	8.27	0.05	0.300
B	4.600	0.000	9.77	0.18	0.354		12.175	0.000	3.54	0.10	0.128
B	4.600	0.000	9.77	0.12	0.354	D	12.550	0.000	0.00	0.13	0.158
	5.463	0.000	3.42	0.06	0.124	Minimum		0.000	0.00	0.00	0.044
	6.325	0.000	1.22	0.00	0.044	Maximum		0.000	10.28	0.18	0.372
	7.188	0.000	3.18	0.06	0.115						

13. Zusammenfassung

13.1. Zusammenfassung aller Nachweise

maximale Ausnutzung



Ausnutzung
Max: 1.11

13.2. Eigenfrequenz

$EI_{\text{längs}} = 3.503541 \text{ MNm}^2/\text{m}$, $EI_{\text{quer}} = 1.151125 \text{ MNm}^2/\text{m}$

$f_e = 11.036 \text{ Hz} \geq f_e = 6 \text{ Hz} \Rightarrow$ **Kriterium erfüllt!**

13.3. Steifigkeitskriterium

Raumbreite $b = 1.000 \text{ m}$, $b_{\text{ef}} = 1.000 \text{ m}$, $x_{\text{max F}} = 2.119 \text{ m}$, $x_{\text{max w}} = 2.119 \text{ m} \Rightarrow w_{\text{max}} = 0.390 \text{ mm}$

$w(2\text{kN}) = 0.78 \text{ mm} \leq w_{\text{grenz}} = 1.0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Kriterium erfüllt!**

13.4. 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.

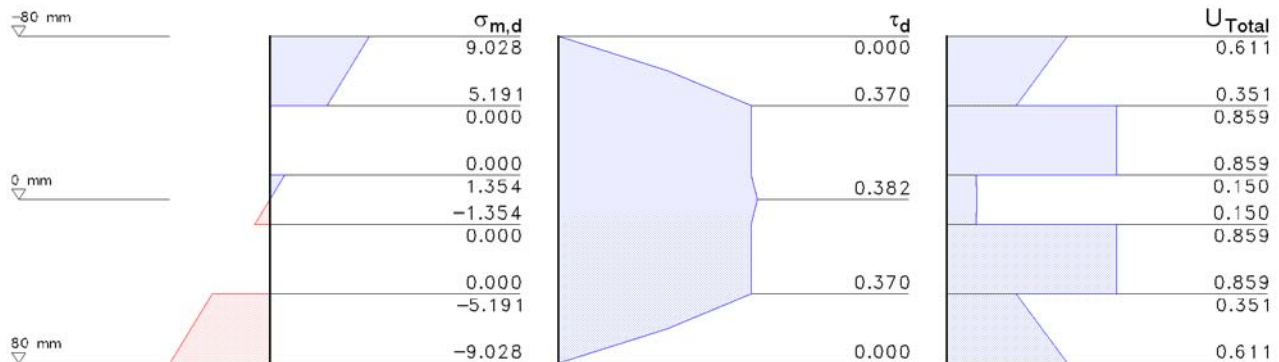
Je schwerer die Schüttung, desto größer die Verbesserung der subjektiven Bewertung. Als schwere Schüttung werden Schüttungen mit einem Flächengewicht von mindestens 60 kg/m^2 bezeichnet.

14. Ausnutzungen aller Nachweise

Nachweis der Verformungen ($u = 1.106$) nicht erfüllt!

15. Detailnachweispunkte

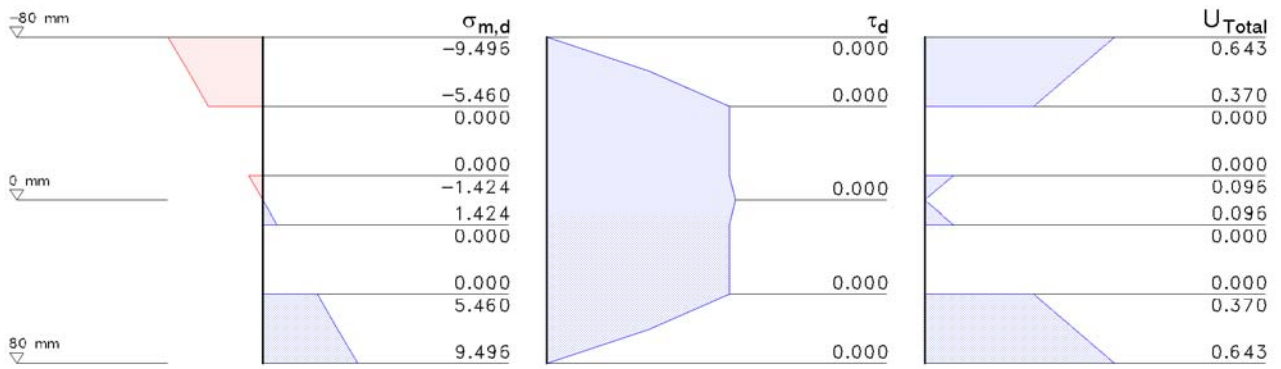
15.1. Nachweis der Tragfähigkeit bei $x = 4.60 \text{ m}$, $\max V_d = -5.74 \text{ kN}$, $\min M_d = -31.33 \text{ kNm}$, $\max M_d = -3.75 \text{ kNm}$



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit $B_x = 3053.541 \text{ Nmm}$

z mm	ES _x Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²	z mm	ES _x Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²
80.0	0.000	-9.028	14.77	0.000	2.46	-12.0	-23.562	0.000	14.77	0.370	0.43
63.0	-13.370	-7.110	14.77	0.210	2.46	-29.0	-23.562	0.000	14.77	0.370	0.43
46.0	-23.562	0.000	14.77	0.370	0.43	-46.0	-23.562	5.191	14.77	0.370	2.46
29.0	-23.562	0.000	14.77	0.370	0.43	-63.0	-13.370	7.110	14.77	0.210	2.46
12.0	-23.562	-1.354	14.77	0.370	2.46	-80.0	0.000	9.028	14.77	0.000	2.46
0.0	-24.354	-0.000	14.77	0.382	2.46						

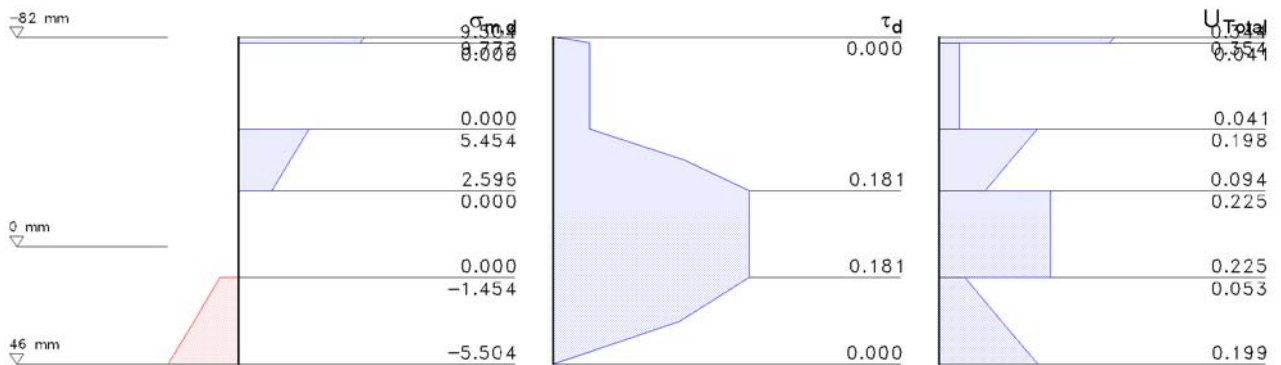
15.2. Nachweis der Tragfähigkeit bei $x = 1.92 \text{ m}$, $\max V_d = 0.05 \text{ kN}$, $\min M_d = 3.94 \text{ kNm}$, $\max M_d = 32.95 \text{ kNm}$



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit $B_x = 3053.541 \text{ Nmm}$

z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²	z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²
80.0	0.000	9.496	14.77	0.000	2.46	-12.0	-23.562	0.000	14.77	0.000	0.43
63.0	-13.370	7.478	14.77	0.000	2.46	-29.0	-23.562	0.000	14.77	0.000	0.43
46.0	-23.562	0.000	14.77	0.000	0.43	-46.0	-23.562	-5.460	14.77	0.000	2.46
29.0	-23.562	0.000	14.77	0.000	0.43	-63.0	-13.370	-7.478	14.77	0.000	2.46
12.0	-23.562	1.424	14.77	0.000	2.46	-80.0	0.000	-9.496	14.77	0.000	2.46
0.0	-24.354	0.000	14.77	0.000	2.46						

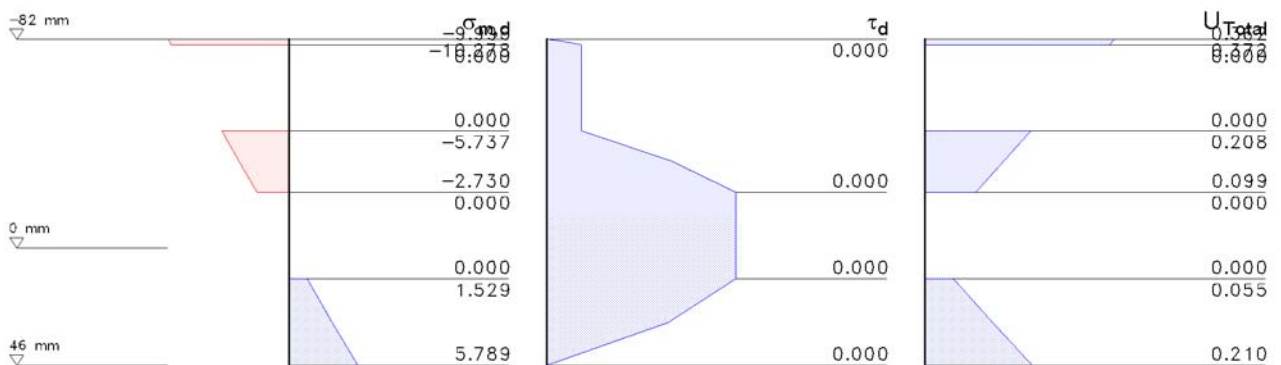
15.3. Nachweis Brand bei $x = 4.60 \text{ m}$, $\max V_d = -5.74 \text{ kN}$, $\min M_d = -9.00 \text{ kNm}$, $\max M_d = -3.75 \text{ kNm}$



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit $B_x = 831.287 \text{ Nmm}$

z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²	z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²
46.2	0.000	-5.504	27.60	0.000	4.60	-45.8	-2.003	0.000	27.60	0.033	0.81
29.2	-7.051	-3.479	27.60	0.117	4.60	-62.8	-2.003	0.000	27.60	0.033	0.81
12.2	-10.924	0.000	27.60	0.181	0.81	-79.8	-2.003	9.504	27.60	0.033	4.60
-4.8	-10.924	0.000	27.60	0.181	0.81	-80.9	-1.008	9.638	27.60	0.017	4.60
-21.8	-10.924	2.596	27.60	0.181	4.60	-82.0	0.000	9.772	27.60	0.000	4.60
-33.8	-7.255	4.025	27.60	0.120	4.60						

15.4. Nachweis Brand bei $x = 1.92 \text{ m}$, $\max V_d = 0.01 \text{ kN}$, $\min M_d = 3.94 \text{ kNm}$, $\max M_d = 9.47 \text{ kNm}$



Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit $B_x = 831.287 \text{ Nmm}$

z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²	z mm	ESx Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²
46.2	0.000	5.789	27.60	0.000	4.60	-21.8	-10.924	-2.730	27.60	0.000	4.60
29.2	-7.051	3.659	27.60	0.000	4.60	-33.8	-7.255	-4.233	27.60	0.000	4.60
12.2	-10.924	0.000	27.60	0.000	0.81	-45.8	-2.003	0.000	27.60	0.000	0.81
-4.8	-10.924	0.000	27.60	0.000	0.81	-62.8	-2.003	0.000	27.60	0.000	0.81

Festigkeiten und statische Werte: Biegesteifigkeit $B_x = 831.287 \text{ Nmm}$

z mm	$E S_x$ Nmm	$\sigma_{m,d}$ N/mm ²	$f_{m,d}$ N/mm ²	$\tau_{v,d}$ N/mm ²	$f_{v,d}$ N/mm ²
-79.8	-2.003	-9.996	27.60	0.000	4.60
-80.9	-1.008	-10.137	27.60	0.000	4.60
-82.0	0.000	-10.278	27.60	0.000	4.60