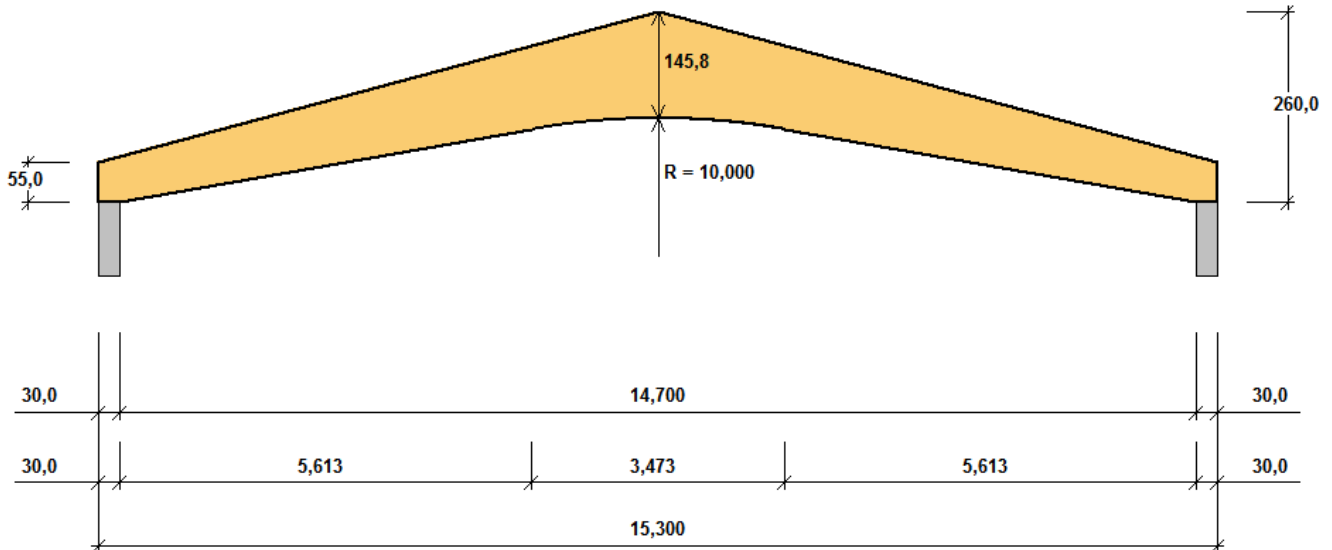


Position: 1

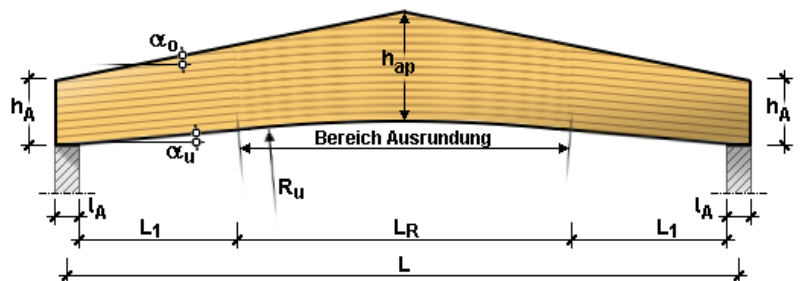
Brettschichtholz binder nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte :

- Stützweite $L = 15,000$ m
- Binderabstand $e = 5,000$ m
- Binderart = gekrümmter Satteldachbinder
- Binderbreite $b = 16,0$ cm
- Binderhöhe $h_A = 55,0$ cm
- Binderhöhe $h_{ap} = 145,8$ cm
- Neigung Obergurt = $15,0^\circ$
- Neigung Untergurt = $10,0^\circ$
- Ausrundungsradius $R = 10,000$ m
- Länge Waageschnitt $l_A = 30,0$ cm
- Lamellendicke $t = 3,0$ cm

Prinzipskizze



Lager	Lagerlänge [cm]	Lagerbreite [cm]	kc90 [-]
1	30,0	16,0	1,00
2	30,0	16,0	1,00

Querzugverstärkung:

- Der Binder wird mit einer konstruktiven Querzugverstärkungen ausgeführt.
- Verstärkung mit eingeklebten Gewindebolzen 4.8
- Durchmesser = $8,0$ mm
- Abstand $a_{1,i} = 300$ mm (mittlere Viertel)
- Anzahl $m_i = 1$ (mittlere Viertel, nebeneinander)
- Abstand $a_{1,a} = 300$ mm (äußere Viertel)
- Anzahl $m_a = 1$ (äußere Viertel, nebeneinander)
- Die wirksame Verankerungslänge l_{ad} wird vom Programm ermittelt.

Belastung:

Eigengewichtslasten:

Das Eigengewicht des Binders wird mit einer Wichte von $= 6,00 \text{ kN/m}^3$ angesetzt!

Dacheindeckung = $0,20 \text{ kN/m}^2$ DFL

Dachausbau = $0,10 \text{ kN/m}^2$ DFL

Schneelast: EC1-1-3

Ort = Stuttgart - Stadt

Schneelastzone = 2

Höhe A über NN = 251 m

Schneelast $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$ GFL

Schneelast $s = 0,68 \text{ kN/m}^2$ GFL ($\mu_{\text{sc}} = 0,80 [-]$)

Kein Schneefanggitter vorhanden!

Windlast: EC1-1-4

Ort = Stuttgart - Stadt

Windzone = 1 (Binnenland)

Höhe über Grund = $10,000 \text{ m}$

Geschwindigkeitsdruck $q_{\text{ref}} = 0,32 \text{ kN/m}^2$

Geländekategorie nicht erforderlich, da vereinfachtes Verfahren!

Windstaudruck $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Dachform = Satteldach

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

Bei Sattel- und Pultdächern werden für die Bereiche F / G und H die positiven c_{pe} -Werte angesetzt.

Lasteinzugsfläche Binder = $75,00 \text{ m}^2$

$e/10 = 2,00 \text{ m}$

$e/4 = 5,00 \text{ m}$

$e/10 (90^\circ) = 1,50 \text{ m}$

$e/4 (90^\circ) = 3,75 \text{ m}$

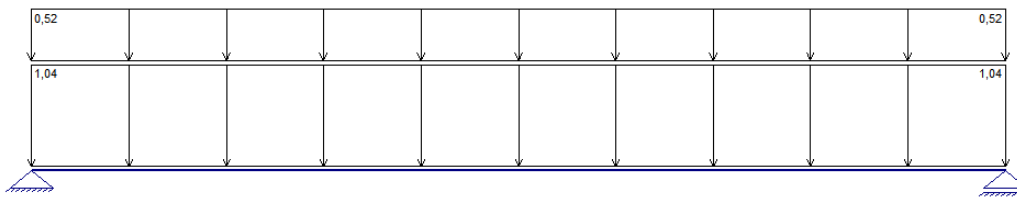
$e/2 (90^\circ) = 7,50 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10} [-]$	$c_{pe,1} [-]$	$c_{pe} [-]$	$w_{e,k} [\text{kN/m}^2]$
F(0°)	0,20	0,20	0,20	0,10
G(0°)	0,20	0,20	0,20	0,10
H(0°)	0,20	0,20	0,20	0,10
I(0°)	-0,40	-0,40	-0,40	-0,20
J(0°)	-1,00	-1,50	-1,00	-0,50
F(90°)	-1,30	-2,00	-1,30	-0,65
G(90°)	-1,30	-2,00	-1,30	-0,65
H(90°)	-0,60	-1,20	-0,60	-0,30
I(90°)	-0,50	-0,50	-0,50	-0,25

Nutzlasten q

KLED für Nutzlasten = mittel, aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

Lasten gelten jeweils je Binder! Ständige Lasten ohne Eigengewicht Binder!

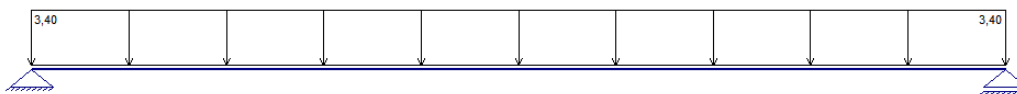


LF: ständige Lasten g



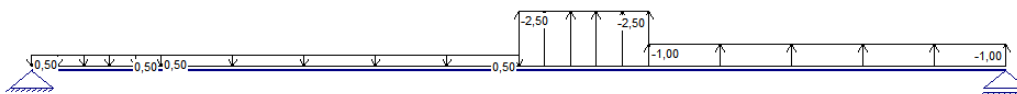
LF: Nutzlasten q

Lasten gelten jeweils je Binder!



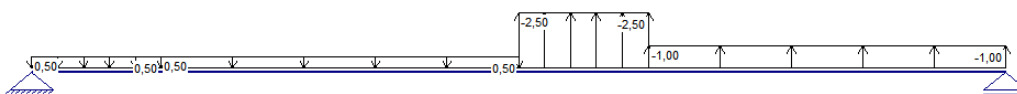
LF: Schneelasten s gleichmäßig

Lasten gelten jeweils je Binder!



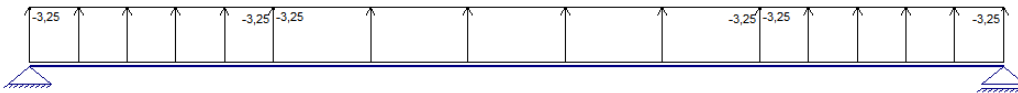
LF: Wind 0° Randbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



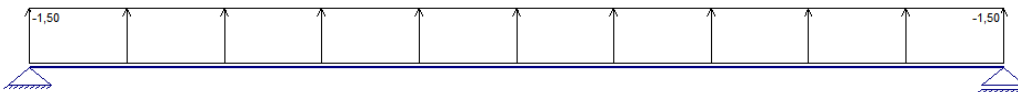
LF: Wind 0° Mittelbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



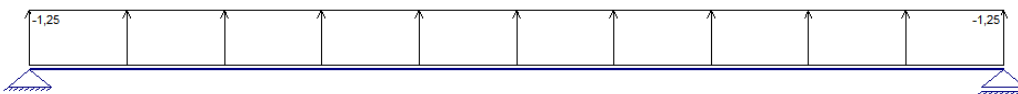
LF: Wind 90°, Rand-/Eckbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



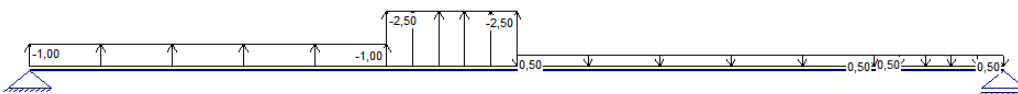
LF: Wind 90°, Bereich H

Lasten gelten jeweils je Binder!



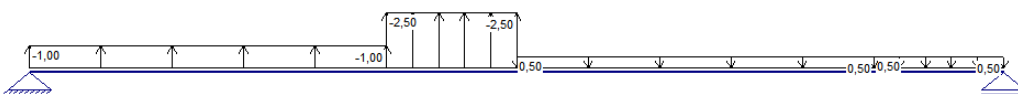
LF: Wind 90°, Bereich I

Lasten gelten jeweils je Binder!



LF: Wind 180° Randbereich

Lasten gelten jeweils je Binder!



LF: Wind 180° Mittelbereich

Auflagerkräfte aus Einzellastfällen (charakt. Werte) [kN]:

LF 1 = LF g
 LF 2 = LF q
 LF 3 = LF s
 LF 4 = LF w,0°,Rand
 LF 5 = LF w,0°,Mitte
 LF 6 = LF w,90°,Rand
 LF 7 = LF w,90°,H
 LF 8 = LF w,90°,I
 LF 9 = LF w,180°,Rand
 LF 10 = LF w,180°,Mitte

Lager	F LF 1	F LF 2	F LF 3	F LF 4	F LF 5	F LF 6	F LF 7	F LF 8	F LF 9	F LF 10
1	18,51	0,00	25,50	-0,36	-0,36	-24,38	-11,25	-9,38	-6,39	-6,39
2	18,66	0,00	25,50	-6,39	-6,39	-24,38	-11,25	-9,38	-0,36	-0,36

LFK-Zusammenstellung:

LFK 1: 1,00*g
 LFK 2: 1,35*g
 LFK 3: 1,00*g + 1,50*q
 LFK 4: 1,35*g + 1,50*q
 LFK 5: 1,00*g + 1,50*s
 LFK 6: 1,35*g + 1,50*s
 LFK 7: 1,00*g + 1,50*w,0°,Rand
 LFK 8: 1,35*g + 1,50*w,0°,Rand
 LFK 9: 1,00*g + 1,50*w,0°,Mitte
 LFK 10: 1,35*g + 1,50*w,0°,Mitte
 LFK 11: 1,00*g + 1,50*w,90°,Rand
 LFK 12: 1,35*g + 1,50*w,90°,Rand
 LFK 13: 1,00*g + 1,50*w,90°,H
 LFK 14: 1,35*g + 1,50*w,90°,H
 LFK 15: 1,00*g + 1,50*w,90°,I
 LFK 16: 1,35*g + 1,50*w,90°,I
 LFK 17: 1,00*g + 1,50*w,180°,Rand
 LFK 18: 1,35*g + 1,50*w,180°,Rand
 LFK 19: 1,00*g + 1,50*w,180°,Mitte
 LFK 20: 1,35*g + 1,50*w,180°,Mitte
 LFK 21: 1,35*g + 1,50*q + 1,50*Psi,0*s
 LFK 22: 1,35*g + 1,50*s + 1,50*Psi,0*q
 LFK 23: 1,35*g + 1,50*q + 1,50*Psi,0*w,0°,Mitte
 LFK 24: 1,35*g + 1,50*s + 1,50*Psi,0*w,0°,Mitte
 LFK 25: 1,35*g + 1,50*q + 1,50*Psi,0*s + 1,50*Psi,0*w,0°,Mitte
 LFK 26: 1,35*g + 1,50*s + 1,50*Psi,0*q + 1,50*Psi,0*w,0°,Mitte
 LFK 27: 1,35*g + 1,50*w,0°,Mitte + 1,50*Psi,0*q + 1,50*Psi,0*s

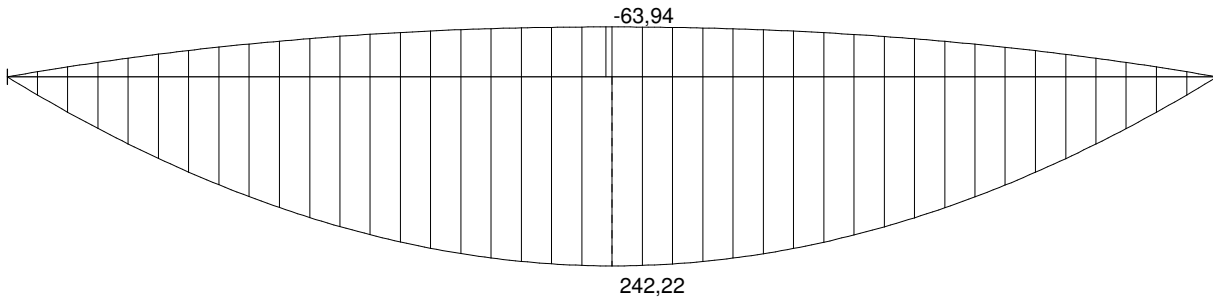
Psi-Werte

EW	Psi,0	Psi,1	Psi,2
q	0,70	0,50	0,30
s	0,50	0,20	0,00
w	0,60	0,50	0,00

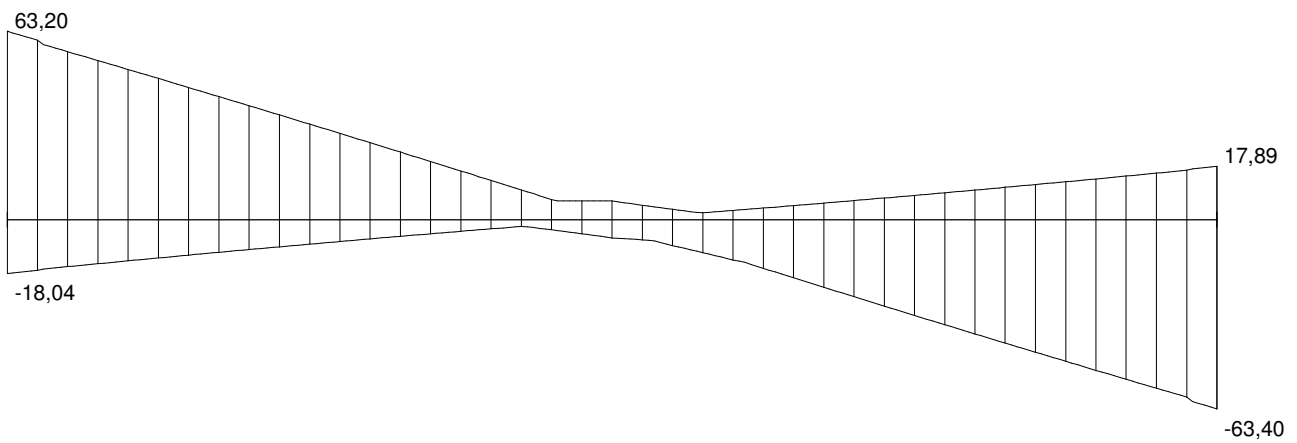
Maximale Feldschnittgrößen (gamma-fach) aus LFK:

max.N,d = 2,99 [kN] bei x = 14,625 m vom linken Lager
 min.N,d = -10,70 [kN] bei x = 14,625 m vom linken Lager
 max.My,d = 242,22 [kNm] bei x = 7,500 m vom linken Lager
 min.My,d = -63,94 [kNm] bei x = 7,425 m vom linken Lager
 |max.Vz,d| = 63,40 [kN] bei x = 15,000 m vom linken Lager

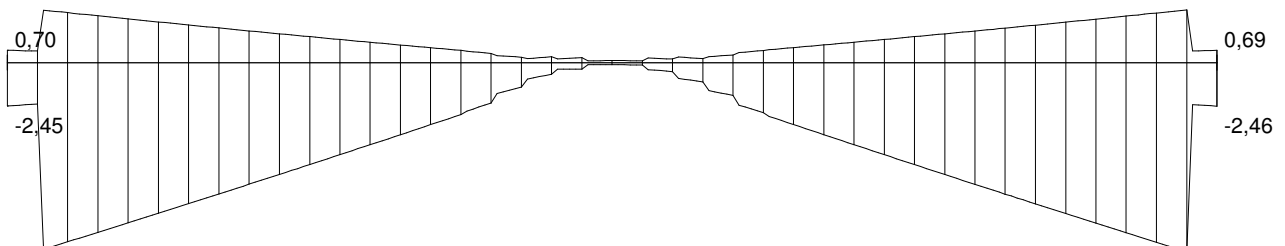
max. My,d - Grenzlinie aus LFK [kNm]



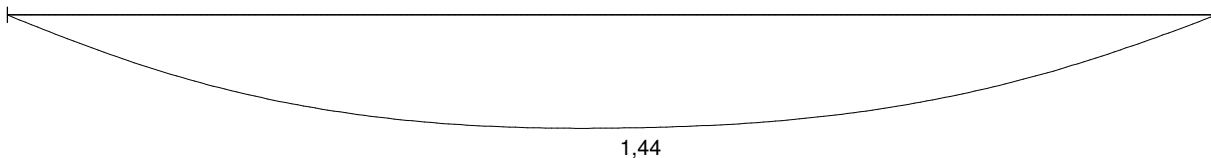
max. Vz,d - Grenzlinie aus LFK [kN]



max. N,d - Grenzlinie aus LFK [kN]



wz,net,fin - Grenzlinie [cm] (ohne Überhöhung)



Bemessung nach EC5:

Brettschichtholz GL24h

$E_{0,mean} = 11600,000 \text{ N/mm}^2$

$f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$

$f_{v,k} = 3,50 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,90,k} = 2,70 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,90,k} = 0,40 \text{ N/mm}^2$

$f_{c,0,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$

$f_{t,0,k} = 16,50 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 1,300 [-]$

Bemessungsparameter:

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für BSH mit $h < 600 \text{ mm}$ erhöht!
- $zul.w,inst = l/300$
- $zul.w,fin = l/200$
- $zul.w,net,fin = l/250$
- Es werden nur positive, resultierende Verformungen beim Nachweis angesetzt!
- Es wird keine Überhöhung vorgegeben!
- Schubnachweis wird bei $x = h$ geführt (außer bei auflagnahen Einzellasten)
- beim Nachweis der Auflagerpressung wird der Überstand mit max. 30 mm berücksichtigt
- Biegedrillknick-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch entsprechende Halterung verhindert)

Nachweise:

Biegung/Längskraft: $\eta = 0,49 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$k_{crit} = 1,000 [-]$

Bemessung bei $x = 11,475 \text{ m}$ vom linken Lager

$M_{yd} = 173,05 \text{ kNm} / N_d = -6,10 \text{ kN}$ (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

maßg. $W_y = 22480,55 \text{ cm}^3$

maßg. $A = 1469,06 \text{ cm}^2$

Beiwert $k_{m,alpha} = 0,93 [-]$

maßg. $\sigma_{,oben} = -7,74 \text{ N/mm}^2$

maßg. $\sigma_{,unten} = 7,66 \text{ N/mm}^2$

Querkraft: $\eta = 0,69 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$k_{cR} = 0,57 [-]$

Bemessung bei $x = 14,250$ m vom linken Lager

$|max.Vzd| = 56,50$ kN (maßg. LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

maßg. $A_v = 502,86$ cm²

maßg. $\tau = 1,69$ N/mm²

Auflagerpressung: $max.\eta = 0,64 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

Lager	$F_{d,z}$ [kN]	$\sigma_{c,90,z}$ [N/mm ²]
1	63,243	1,198
2	63,444	1,202

Biegespannung First: $max.\eta = 0,42 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$k_r = 1,00 [-]$

$k_l = 1,56 [-]$

$M_{ap,d} = 242,22$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

$W_{ap,netto} = 53858,54$ cm³

$\sigma_{m,d} = 7,02$ N/mm²

Querzugnachweis First: $max.\eta = 0,98 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$k_{dis} = 1,30 [-]$

$k_p = 0,063 [-]$

$M_{ap,d} = 242,22$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

$W_{ap} = 56693,20$ cm³

$\sigma_{t,90,d} = 0,27$ N/mm²

Interaktion Querzug/Schub First: $max.\eta = 0,98 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$M_{ap,d} = 242,22$ kNm (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

$Q_{ap,d} = 0,12$ kN

$\tau_{u,d} = 0,00$ N/mm²

Querzugverstärkung First (innere Viertel): $max.\eta = 0,31 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$f_{k1,k} = 4,00$ N/mm²

$F_{t,Rd} = 10,54$ kN (zul. Zugkraft im VM)

$f_{k1,d} = 2,77$ N/mm² (zul. Ausziehfestigkeit in Leimfuge)

$l_{ad} = 631,7$ mm

$F_{t,d} = 3,25$ kN je VM (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

$\tau_{u,eff,d} = 0,41$ N/mm²

Querzugverstärkung First (äußere Viertel): $max.\eta = 0,31 < 1,00$

$k_{,mod} = 0,90 [-]$

$f_{k1,k} = 4,00$ N/mm²

$F_{t,Rd} = 10,54$ kN (zul. Zugkraft im VM)

$f_{k1,d} = 2,77$ N/mm² (zul. Ausziehfestigkeit in Leimfuge)

$l_{ad} = 572,4$ mm

$F_{t,d} = 3,25$ kN je VM (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$)

$\tau_{u,eff,d} = 0,45$ N/mm²

Durchbiegung: $max.\eta = 0,41 < 1,00$

$ext.w_{,inst} = 2,09$ cm

$ext.w_{,fin} = 2,63$ cm

$ext.w_{,net,fin} = 1,44$ cm (quasi-ständig)

$k_{def} = 0,600$

Brandbemessung nach EC5-1-2:

Bemessung erfolgt mit aussergewöhnlichen Einwirkungskombinationen nach EC1

Branddauer $t_f = 30$ Minuten (R30)

- dreiseitige Brandbeanspruchung
- Abbrandrate $\beta_{a,n} = 0,7$ mm/min
- Abbrandtiefe $d_{char,n} = 21,0$ mm
- Sicherheitszuschlag $d_0 = 7$ mm
- Beiwert $k_0 = 1,00$
- Abbrandtiefe $d_{ef} = 28,0$ mm
- $\gamma_M = 1,00$ [-]

Nachweise:

Biegung/Längskraft: $\eta_a = 0,22 < 1,00$

$k_{fi} = 1,15$ [-]

Bemessung bei $x = 11,550$ m vom linken Lager

$M_{y,d} = 50,98$ kNm / $N_d = -1,90$ kN

maßg. $W_y = 13956,40$ cm³

maßg. $A = 933,21$ cm²

Beiwert $k_{m,\alpha} = 0,59$ [-]

maßg. $\sigma_{oben} = -3,67$ N/mm²

maßg. $\sigma_{unten} = 3,63$ N/mm²

Querkraft: $\eta_a = 0,20 < 1,00$

Bemessung bei $x = 14,250$ m vom linken Lager

$|max.V_{zd}| = 16,76$ kN

maßg. $A_v = 502,86$ cm²

maßg. $\tau = 0,81$ N/mm²

Biegespannung First: $max.\eta_a = 0,13 < 1,00$

$k_r = 1,00$ [-]

$k_l = 1,57$ [-]

$M_{ap,d} = 73,17$ kNm

$W_{ap,netto} = 32722,03$ cm³

$\sigma_{m,d} = 3,50$ N/mm²

Querzugnachweis First: $max.\eta_a = 0,28 < 1,00$

$k_{dis} = 1,30$ [-]

$k_p = 0,06$ [-]

$M_{ap,d} = 73,17$ kNm

$W_{ap} = 35448,87$ cm³

$\sigma_{t,90,d} = 0,13$ N/mm²

Interaktion Querzug/Schub First: $max.\eta_a = 0,28 < 1,00$

$M_{ap,d} = 73,17$ kNm

$Q_{ap,d} = 0,09$ kN

$\tau_{a,d} = 0,00$ N/mm²

Querzugverstärkung First (innere Viertel): $max.\eta_a = 0,06 < 1,00$

$F_{Rd} = 10,54$ kN je VM

$l_{ad} = 631,7$ mm

$F_{t,d} = 0,66$ kN je VM

$\tau_{a,eff,d} = 0,08$ N/mm²

Querzugverstärkung First (äußere Viertel): $max.\eta_a = 0,06 < 1,00$

$F_{Rd} = 10,54$ kN je VM

$l_{ad} = 572,4$ mm

$F_{t,d} = 0,66$ kN je VM

$\tau_{a,eff,d} = 0,09$ N/mm²

Kippmomente am Auflager:

Kippmoment $M_{tor,d} = 3,03 \text{ kNm}$

Abstützkräfte $H_d = 5,50 \text{ kN}$

Aussteifungslasten q_k (charakt. Werte aus Einzellastfällen):

--> mit Berücksichtigung von Längsdruckkräften

$k_{crit} = 0,641 [-]$ (für unausgesteiften Binder mit höhe h_{xm})

$k_l = 1,00 [-]$

$q_{k,g} = 0,07 \text{ [kN/m]}$ (ständige Lasten), $\text{max.Mk} = 73,17 \text{ kNm}$ / $\text{zugeh.Nk} = 0,00 \text{ kN}$

$q_{k,q} = 0,00 \text{ [kN/m]}$ (Nutzlasten), $\text{max.Mk} = 0,00 \text{ kNm}$ / $\text{zugeh.Nk} = 0,00 \text{ kN}$

$q_{k,s} = 0,09 \text{ [kN/m]}$ (Schnee), $\text{max.Mk} = 95,63 \text{ kNm}$ / $\text{zugeh.Nk} = 0,00 \text{ kN}$

$q_{k,w} = 0,00 \text{ [kN/m]}$ (Winddruck), $\text{max.Mk} = 0,00 \text{ kNm}$ / $\text{zugeh.Nk} = 0,00 \text{ kN}$

