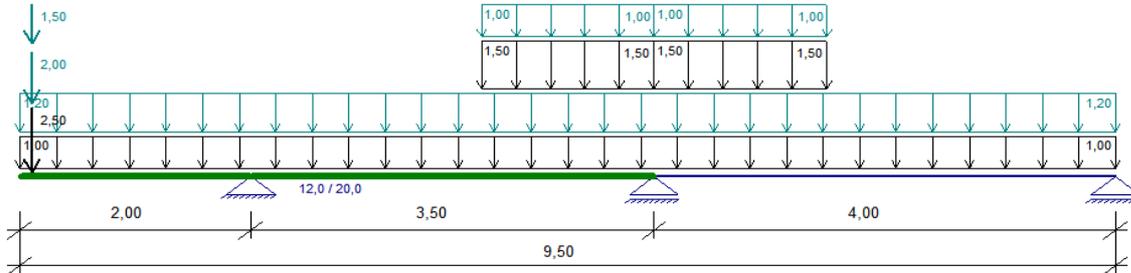


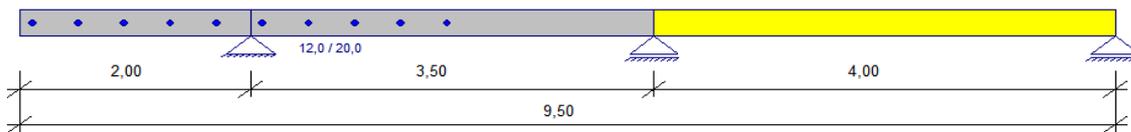
Position: 1

Holzträger mit Verstärkung nach EC5 - NA Deutschland

■ veränderliche Lasten
 ■ ständige Lasten



= Verstärkung mit 2 x Flachstahl 20 / 200 mm



Systemwerte :

Anzahl Felder = 2
 Kragarm links = 2,00 m
 Es wurde kein Gelenk definiert!

Feld	Feldlänge [m]
1	3,500
2	4,000

Lager	Lagerlänge [cm]	Lagerbreite [cm]	kc90 [-]
1	12,0	12,0	1,00
2	12,0	12,0	1,00
3	12,0	12,0	1,00

Verstärkung:

Verstärkung aus 2 x Flachstahl mit $h \times t = 200 \times 20$ mm

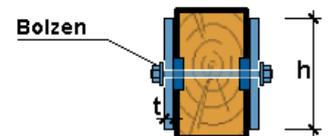
Feld 1 mit Verstärkung

Linker Kragarm mit Verstärkung

Verstärkung läuft über Innenstützen durch (nicht gelenkig)!

Verstärkung liegt an den Lagern nicht auf (schwebend)!

Verstärkung beidseitig angebracht!



Verbindungsmittel:

Dübeltyp = einseitiger Scheibendübel B1-65mm

 Einlass-/Einpresstiefe $h_e = 15,0$ mm

 Bolzen $d = 12$ mm (Festigkeitsklasse 4.6)

 Verschiebungsmodul $K_{ser} = 27300,000$ N/mm (je Dübel und Scherfläche)

Einteilung der Dübel (Abstände immer vom linken Feldende / Kragarmende):

Nummer	Kragarm links [m]	Feld 1 [m]
1	0,100	0,100
2	0,500	0,500
3	0,900	0,900
4	1,300	1,300
5	1,700	1,700

Belastung: (EWA = Einwirkungsart)

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

 Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN ≤ 1000 m)

Einwirkungsart 3 = Windlasten

 g über Gesamtlänge = 1,000 kN/m

 q über Gesamtlänge = 1,200 kN/m aus Einwirkungsart 1

 Eigengewicht der Konstruktion wird mit 6,00 kN/m³ berücksichtigt

 Eigengewicht der Verstärkung wird mit 78,5 kN/m³ berücksichtigt

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

Lastarten :

1 = Einzellast

2 = Gleichlast

3 = Einzelmoment

4 = Trapezlast

5 = Teiltrapezlast

Nr.	Art	Feld	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	5	1	1,500	1,000	1,500	1,000	2,000	1,500	2	1,000	
2	5	2	1,500	1,000	1,500	1,000	0,000	1,500	2	1,000	

Belastung: (Kragarmlasten)

Nr.	Art	Kragarm	G links	Q links	G rechts	Q rechts	Abstand [m]	Lastlänge [m]	EWA	Faktor	Bemerkung
1	1	links	2,500	2,000	0,000	0,000	0,100	0,000	1	1,000	
2	1	links	0,000	1,500	0,000	0,000	0,100	0,000	2	1,000	

Auflagerkräfte (charakt. Werte):

Lager	F aus LF g	F aus LF s	F aus LF w	F aus LF q (max.)	F aus LF q (min.)	F aus LF q (Voll.)
1	11,41	2,57	0,00	8,35	-0,38	7,97
2	7,72	1,71	0,00	5,60	-2,31	3,29
3	2,19	0,22	0,00	2,32	-0,18	2,14

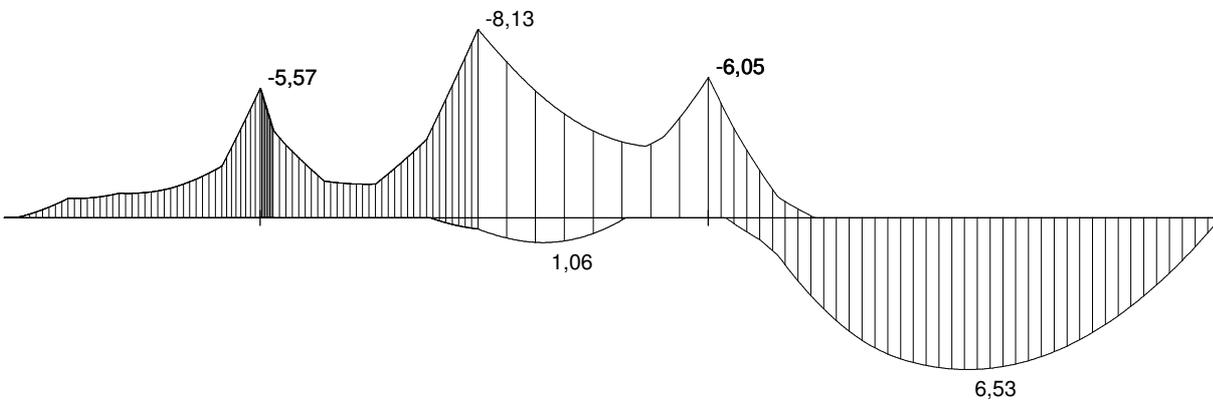
Maximale Feldschnittgrößen für Holzträger (gamma-fach):

Feld	max.My,d [kNm]	min.My,d [kNm]	max.Vz,d [kN]
1	1,06	-8,13	18,04
2	6,53	-6,05	11,47

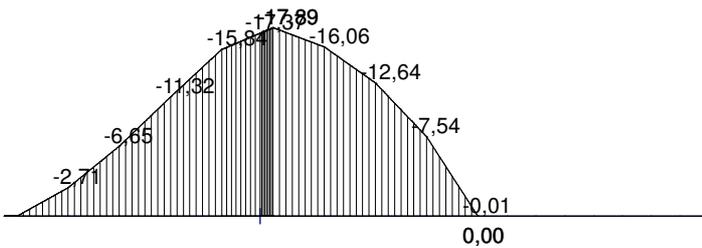
Maximale Feldschnittgrößen für Verstärkung (gamma-fach):

Feld	max.My,d [kNm]	min.My,d [kNm]	max.Vz,d [kN]
1	0,00	-17,89	18,83
2	0,00	0,00	0,00

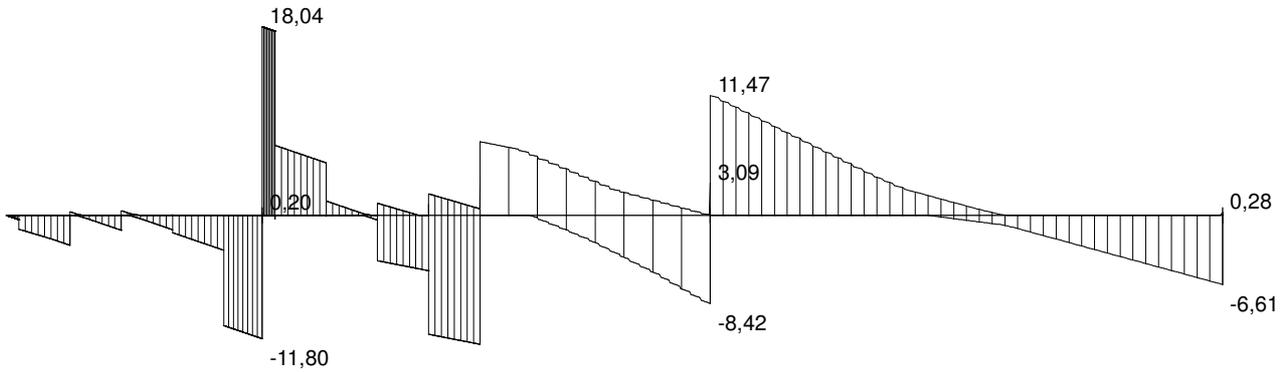
max.My,d - Grenzlinie für Holzträger [kNm]



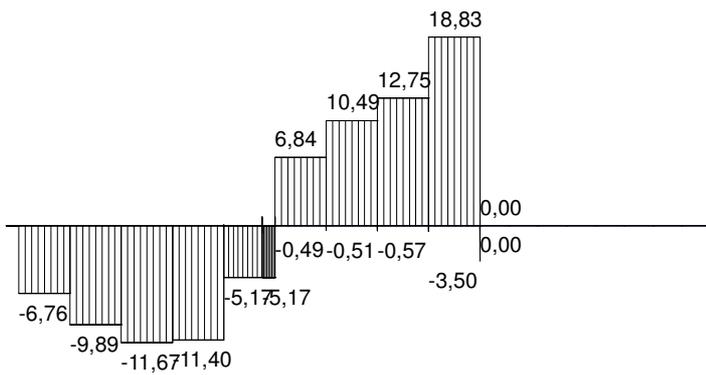
max.My,d - Grenzlinie für Verstärkung [kNm]



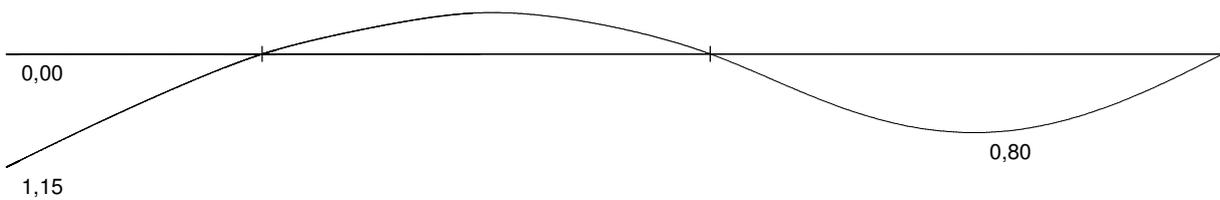
max.Vz,d - Grenzlinie für Holzträger [kN]



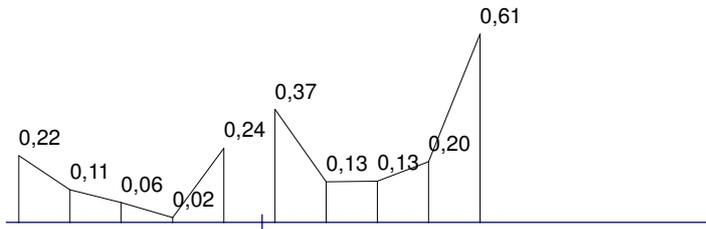
max.Vz,d - Grenzlinie für Verstärkung [kN]



wz,net,fin - Grenzlinie [cm]



Ausnutzung für Verbindungsmittel



Holzträger - Bemessung nach EC5:

 gew.: $b / h = 12,0 / 20,0 \text{ cm}$
 $A = 240,0 \text{ cm}^2$
 $W_y = 800,0 \text{ cm}^3$
 $I_y = 8000,0 \text{ cm}^4$

Nadelholz C24

 $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$
 $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k} = 2,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,90,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2$
 $f_{t,90,k} = 0,40 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma_M = 1,300 [-]$

Bemessungsparameter:

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- $\text{zul.}w_{,\text{inst}} = l/300$
- $\text{zul.}w_{,\text{fin}} = l/200$
- $\text{zul.}w_{,\text{net,fin}} = l/250$ (ohne Ansatz einer Überhöhung w_0)
- Werte für $\text{zul.}w$ Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- Schubnachweis wird bei $x = h$ geführt (außer bei auflagnahen Einzellasten)
- Querkraftanteile auflagnaher Einzellasten werden beim Schubnachweis abgezogen
- k_{cR} wird bei NH in Bereichen, welche min. 1,50 m vom Hirnholzende entfernt sind, nicht erhöht
- beim Nachweis der Auflagerpressung wird der Überstand mit max. 30 mm berücksichtigt
- Nachweis für Biegung ohne Berücksichtigung des Biegedrillknickens!

Nachweise:

 Biegung: $\eta = 0,62 < 1,00$ | $\text{max.} \sigma_{m,d} = 9,18 \text{ N/mm}^2$

 Querkraft: $\eta = 0,50 < 1,00$ | $\text{max.} \tau_{v,z,d} = 0,62 \text{ N/mm}^2$

 Durchbiegung : $\text{max.} \eta = 0,97 < 1,00$

 Auflagerpressung: $\text{max.} \eta = 0,84 < 1,00$ (Lager 1)

 $k_{,\text{mod}} = 0,80 [-]$ (Biegung)

 $k_{,\text{mod}} = 0,80 [-]$ (Querkraft)

 $k_{,\text{mod}} = 0,80 [-]$ (Auflagerpressung)

 $k_{cR} = 1,00 [-]$ (Querkraft)

 $k_{\text{crit}} = 1,000 [-]$
 $|\text{max.} M_{y,d}| = 7,35 \text{ kNm}$ (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$)

 $|\text{max.} V_{z,d}| = 9,97 \text{ kN}$ (LFK = $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$)

 $\text{ext.}w_{,\text{inst}} \text{ Feld} = 0,84 \text{ cm}$
 $\text{ext.}w_{,\text{fin}} \text{ Feld} = 1,14 \text{ cm}$
 $\text{ext.}w_{,\text{net,fin}} \text{ Feld} = 0,80 \text{ cm}$ (quasi-ständig)

 $k_{\text{def}} = 0,600$
 $\text{ext.}w_{,\text{inst}} \text{ Kragarm} = 1,30 \text{ cm}$
 $\text{ext.}w_{,\text{fin}} \text{ Kragarm} = 1,73 \text{ cm}$
 $\text{ext.}w_{,\text{net,fin}} \text{ Kragarm} = 1,15 \text{ cm}$ (quasi-ständig)

Auflagerpressungen / max. Lasten:

Lager	Fd,z [kN]	Sigma,c,90_z [N/mm ²]
1	27,921	1,293
2	18,825	0,872
3	6,446	0,358

Verstärkung Stahl - Bemessung nach EC3:

Verstärkung aus 2 x Flachstahl mit h x t = 200 x 20 mm

A = 40,0 cm²
 Wy = 133,3 cm³
 ly = 1333,3 cm⁴
 A-Vz = 40,0 cm²

Stahl = S235

E-Modul = 21000,00 kN/cm²

fyk = 235,00 N/mm²

γM = 1,00 [-]

Nachweis elastisch - elastisch (EC5-QK3)

Nachweise:

Biegung: $\eta = 0,29 < 1,00$ | max.Sigma,d | = 67,09 N/mm²

Querkraft: $\eta = 0,00 < 1,00$ | max.Tau,z,d | = 0,65 N/mm²

Interaktion Sigma/Tau: $\eta = 0,08 < 1,00$

|max.Myd| / |zug.Vzd| = 17,89 kNm / 5,17 kN

|max.Vzd| / |zug.Myd| = 18,83 kN / 7,54 kNm

Nachweise Verbindungsmittel (Dübel besonderer Bauart)::

Nachweis als zweischnittige Verbindung

Winkel Kraft-Faser = 90°

rho,k = 350,000 kg/m³

fc,90,k = 2,500 N/mm²

FV,90,Rd,Dübel = 15,577 kN

FV,90,Rd,tot = 31,154 kN

max. Ausnutzung: $\eta = 0,61 < 1,00$ | max.Fd | = 16,932 kN