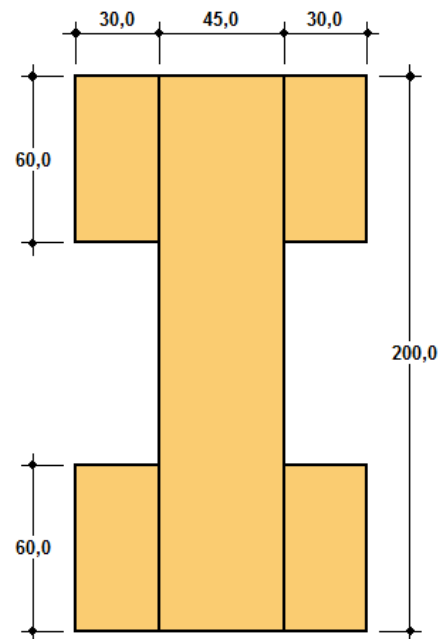
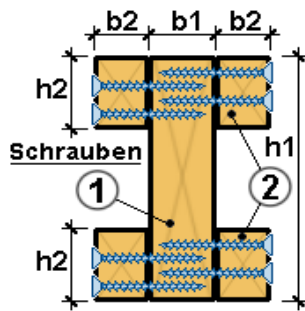


Position: 204 Beispiel Typ 4 mit Schrauben

Nachweis der Holz-Verbundquerschnitten nach EC5 - NA Deutschland



### Systemwerte:

 Effektive Stützweite  $L_{ef} = 6,500$  m

#### Querschnittsteil 1:

 Breite  $b_1 = 45,0$  mm

 Höhe  $h_1 = 200,0$  mm

Material: Nadelholz C24

 $E_{0,mean} = 11000,000$  N/mm<sup>2</sup>
 $\rho_{0,k} = 350,0$  kg/m<sup>3</sup>
 $f_{m,k} = 24,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{v,k} = 4,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{t0,k} = 14,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{c0,k} = 21,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{c90,k} = 2,50$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{v90,k} = 0,80$  N/mm<sup>2</sup>
 $k_{,def} = 38,40$  N/mm<sup>2</sup>

#### Querschnittsteil 2:

 Breite  $b_2 = 30,0$  mm

 Höhe  $h_2 = 60,0$  mm

Material: Nadelholz C24

 $E_{0,mean} = 11000,000$  N/mm<sup>2</sup>
 $\rho_{0,k} = 350,0$  kg/m<sup>3</sup>
 $f_{m,k} = 24,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{v,k} = 4,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{t0,k} = 14,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{c0,k} = 21,00$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{c90,k} = 2,50$  N/mm<sup>2</sup>
 $f_{v90,k} = 0,80$  N/mm<sup>2</sup>
 $k_{,def} = 38,40$  N/mm<sup>2</sup>

#### Verbindungsmittel:

gewählte VM: Holzschraube EN 14592

Anzahl VM nebeneinander = 2 (quer zur Trägerachse)

 eff. Abstand VM in Längsrichtung  $s = 250,0$  mm

 Abminderungsfaktor  $f = 1,000[-]$  (z.B. zur Berücksichtigung von  $n_{ef} < n$  in Faserrichtung)

Das Programm prüft automatisch, ob die VM zweischnittig sind und setzt dies in der Berechnung an!

Die VM werden gemäß Auswahl nicht bemessen, sondern nur für die Berechnung angesetzt!

 Randabstand  $a_{4,2} = 15,0$  mm (bezogen auf Querschnittsteil 2)

Nenndurchmesser Schraube  $d = 6,0$  mm  
 Schraubenlänge  $l_s = 60,0$  mm  
 eff. Gewindelänge  $l_{ef} = 50,0$  mm  
 Kopfdurchmesser  $d_K = 10,0$  mm  
 Zugfestigkeit  $f_{uk} = 600,0$  N/mm<sup>2</sup>  
 Schrauben nicht vorgebohrt  
 Kopfdurchziehen wird berücksichtigt

### **LFK mit Nachweis-Schnittgrößen:**

LFK Nr.	Md [kNm]	Vd [kN]	kmod [-]	Bem.-Situation	Bemerkung
1	5,30	6,00	0,90	normal	LFK-1
2	3,00	8,00	0,80	außergewöhnlich	LFK-2

### **Ergebnisse:**

#### Bemessungsparameter:

$\gamma_M = 1,300$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. Bemessungssituation) -> Querschnittsteil 1

$\gamma_M = 1,300$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. Bemessungssituation) -> Querschnittsteil 2

- Nutzungsklasse NKL = 1
- kcR bei NH ohne Erhöhung um 30%
- Nachweis Stegbeulen wird geführt
- Nachweise im Endzustand nach EC5, 2.3.2.2(1) werden für jede LFK zusätzlich geführt
- Nachweise nach EC5, 2.3.2.2(2) werden für jede LFK zusätzlich geführt
- kdef wird gemäß EC5, 2.3.2.2(3) und 2.3.2.2(4) erhöht
- $\Psi_{i,2} = 0,300$  [-] für Nachweis nach EC5, 2.3.2.2(2)
- $k_{crit} = 1,000$  [-] für Nachweis BDk (außer Beton)
- Druckgurt wird nicht gegen Knicken nachgewiesen (z.B. bei entsprechender Halterung)

#### Querschnittswerte:

$A_{1(\text{brutto})} = 90,0$  cm<sup>2</sup> /  $A_{1(\text{netto})} = 90,0$  cm<sup>2</sup> (QS-Teil 1)

$A_{2(\text{brutto})} = 36,0$  cm<sup>2</sup> /  $A_{2(\text{netto})} = 36,0$  cm<sup>2</sup> (QS-Teil 2)

$I_{1(\text{brutto})} = 3000,0$  cm<sup>4</sup> /  $I_{1(\text{netto})} = 3000,0$  cm<sup>4</sup> (QS-Teil 1)

$I_{2(\text{brutto})} = 108,0$  cm<sup>4</sup> /  $I_{2(\text{netto})} = 108,0$  cm<sup>4</sup> (QS-Teil 2)

$K_{ser(1-2)} = 3416,3$  N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K_{u,\text{mean}(1-2)} = 2277,5$  N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

#### Berechnungswerte für Nachweise im Anfangszustand:

$K(1-2) = 2277,5$  N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$E_{1} = 8461,5$  N/mm<sup>2</sup> (QS-Teil 1)

$E_{2} = 8461,5$  N/mm<sup>2</sup> (QS-Teil 2)

$\Gamma_{a,1} = 1,000$  [-] (QS-Teil 1)

$\Gamma_{a,2} = 0,561$  [-] (QS-Teil 2)

$a_{1} = 0,0$  mm (QS-Teil 1)

$a_{2} = 70,0$  mm (QS-Teil 2)

$EI_{ef} = 4397301,1$  kNcm<sup>2</sup> (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

Berechnungswerte für Nachweise im Endzustand nach EC5, 2.3.2.2(1):

$K(1-2) = 112,7 \text{ N/mm}$  (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$E,1 = 544,6 \text{ N/mm}^2$  (QS-Teil 1)

$E,2 = 544,6 \text{ N/mm}^2$  (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},1 = 1,000$  [-] (QS-Teil 1)

$\text{Gamma},2 = 0,496$  [-] (QS-Teil 2)

$a,1 = 0,0 \text{ mm}$  (QS-Teil 1)

$a,2 = 70,0 \text{ mm}$  (QS-Teil 2)

$EI,ef = 270453,4 \text{ kNcm}^2$  (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

Berechnungswerte für Nachweise nach EC5, 2.3.2.2(2):

$K(1-2) = 181,9 \text{ N/mm}$  (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$E,1 = 878,6 \text{ N/mm}^2$  (QS-Teil 1)

$E,2 = 878,6 \text{ N/mm}^2$  (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},1 = 1,000$  [-] (QS-Teil 1)

$\text{Gamma},2 = 0,496$  [-] (QS-Teil 2)

$a,1 = 0,0 \text{ mm}$  (QS-Teil 1)

$a,2 = 70,0 \text{ mm}$  (QS-Teil 2)

$EI,ef = 436354,5 \text{ kNcm}^2$  (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

**Maximalwerte aus allen LFK:**

Größe [Einheit]	NW Anfangszustand	NW Endzustand nach 2.3.2.2(1)	NW nach 2.3.2.2(2)
$\text{Sigma},m1,o,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	-10,67	-10,67	-10,67
$\text{Sigma},1,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,00	0,00	0,00
$\text{Sigma},m1,u,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	10,67	10,67	10,67
$\text{Sigma},m2,o,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	-6,91	-6,91	-6,91
$\text{Sigma},2,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	-3,71	-3,71	-3,71
$\text{Sigma},m2,u,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	-0,51	-0,51	-0,51
$\text{Sigma},m2u,o,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,51	0,51	0,51
$\text{Sigma},2u,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	3,71	3,71	3,71
$\text{Sigma},m2u,u,d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	6,91	6,91	6,91
$hz,1$ [mm]	100,00	100,00	100,00
$hz,2$ [mm]	60,00	60,00	60,00
$hz,2u$ [mm]	22,00	22,00	22,00
$\text{max.Tau},d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1,25	1,25	1,25
$Fd,1-2$ [kN]	2,72	2,52	2,52
$Fd,1-2u$ [kN]	2,72	2,52	2,52
$\text{eta},\text{Sigma},m1,o$ [-]	0,64	0,64	0,64
$\text{eta},\text{Sigma},1$ [-]	0,00	0,00	0,00
$\text{eta},\text{Sigma},m1,u$ [-]	0,64	0,64	0,64
$\text{eta},\text{Sigma},m2,o$ [-]	0,42	0,42	0,42
$\text{eta},\text{Sigma},2$ [-]	0,25	0,25	0,25
$\text{eta},\text{Sigma},m2,u$ [-]	0,03	0,03	0,03
$\text{eta},\text{Sigma},m2u,o$ [-]	0,03	0,03	0,03
$\text{eta},\text{Sigma},2u$ [-]	0,38	0,38	0,38
$\text{eta},\text{Sigma},m2u,u$ [-]	0,42	0,42	0,42
$\text{eta},\text{Tau}$ [-]	0,78	0,78	0,78

Fortsetzung maximale Ergebnisse:

Größe [Einheit]	NW Anfangszustand	NW Endzustand nach 2.3.2.2(1)	NW nach 2.3.2.2(2)
Stegbeulen NW 1	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Stegbeulen NW 2 [-]	0,43	0,43	0,43
Stegbeulen NW 3	erfüllt	erfüllt	erfüllt
F,Rd,1-2 [kN]	2,97	2,97	2,97
eta,VM,1-2 [-]	0,92	0,85	0,85
eta,VM,1-2u [-]	0,92	0,85	0,85

**--> maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen: eta = 0,92 <= 1,00**
Legende:

Sigma,m1,o,d = Längsspannung gesamt am oberen Rand von Querschnittsteil 1

Sigma,1,d = mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 1

Sigma,m1,u,d = Längsspannung gesamt am unteren Rand von Querschnittsteil 1

Sigma,m2,o,d = Längsspannung gesamt am oberen Rand von Querschnittsteil 2

Sigma,2,d = mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 2

Sigma,m2,u,d = Längsspannung gesamt am unteren Rand von Querschnittsteil 2

Sigma,m2u,o,d = Längsspannung gesamt am oberen Rand von Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

Sigma,2u,d = mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

Sigma,m2u,u,d = Längsspannung gesamt am unteren Rand von Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

hz,1 = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 1

hz,2 = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 2

max.Tau,d = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 1

Fd,1-2 = Bemessungskraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2

Fd,1-2u = Bemessungskraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2 (unten bei QS-Typ 4)

eta,Sigma,m1,o = Ausnutzung Längsspannung am oberen Rand von Querschnittsteil 1

eta,Sigma,1 = Ausnutzung mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 1

eta,Sigma,m1,u = Ausnutzung Längsspannung am unteren Rand von Querschnittsteil 1

eta,Sigma,m2,o = Ausnutzung Längsspannung am oberen Rand von Querschnittsteil 2

eta,Sigma,2 = Ausnutzung mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 2

eta,Sigma,m2,u = Ausnutzung Längsspannung am unteren Rand von Querschnittsteil 2

eta,Sigma,m2u,o = Ausnutzung Längsspannung am oberen Rand von Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

eta,Sigma,2u = Ausnutzung mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

eta,Sigma,m2u,u = Ausnutzung Längsspannung am unteren Rand von Querschnittsteil 2 (unterer Gurt bei QS-Typ 4)

eta,Tau = Ausnutzung für Schub im Steg

Stegbeulen NW 1 = Nachweis, dass Bedingung nach EC5,9.1.1 (7), Gl.(9.8) eingehalten ist für Steg

Stegbeulen NW 2 = Ausnutzung für Nachweis nach EC5,9.1.1 (7), Gl.(9.9) für den Steg

 Stegbeulen NW 3 = Nachweis, dass Bedingung  $hw + 0,5 \cdot (hf,c + hf,t) \leq 70 \cdot bw$  eingehalten ist für Steg

F,Rd,1-2 = aufnehmbare Kraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2

F,Rd,1-2u = aufnehmbare Kraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2 (unten bei QS-Typ 4)

eta,VM,1-2 = Ausnutzung für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2

eta,VM,1-2u = Ausnutzung für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2 (unten bei QS-Typ 4)