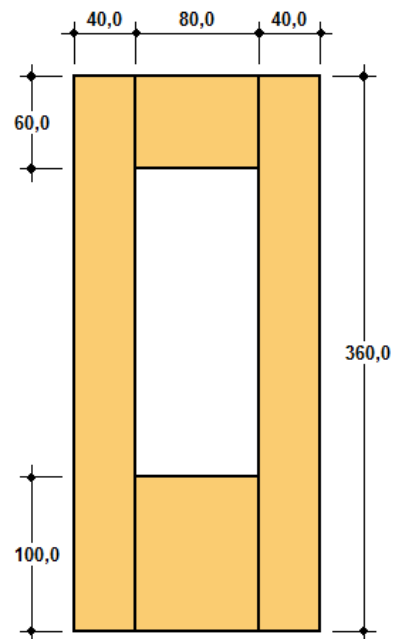
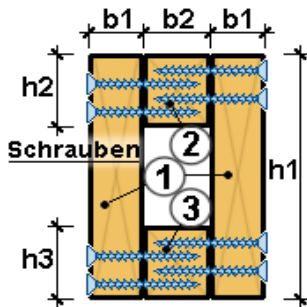


Position: 205 Beispiel Typ 5 mit Vollgewindeschrauben

Nachweis der Holz-Verbundquerschnitten nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte:

 Effektive Stützweite $L_{ef} = 6,000 \text{ m}$

Querschnittsteil 1:

 Breite $b_1 = 40,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_1 = 360,0 \text{ mm}$

Material: Nadelholz C24

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

Querschnittsteil 2:

 Breite $b_2 = 80,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_2 = 60,0 \text{ mm}$

Material: Nadelholz C24

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

Querschnittsteil 3:

 Breite $b_3 = 80,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_3 = 100,0 \text{ mm}$

Material: Nadelholz C24

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

Verbindungsmittel:

gewählte VM: Vollgewindeschrauben SPAX-S nach ETA-12/0114

Anzahl VM nebeneinander = 1 (quer zur Trägerachse)

eff. Abstand VM in Längsrichtung $s = 200,0$ 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)

Randabstand $a_{4,3} = 30,0$ mm (bezogen auf Querschnittsteil 3)

Nenndurchmesser Schraube $d = 8,0$ mm

Schraubenlänge $l_s = 120,0$ mm

Kopfdurchmesser $d_K = 10,0$ mm

Einschraubwinkel $\beta = 70,0^\circ$

Schrauben jeweils als gekreuztes Schraubenpaar

Schrauben nicht vorgebohrt (bzw. ohne CUT-Spitze)

LFK mit Nachweis-Schnittgrößen:

| LFK Nr. | Md [kNm] | Vd [kN] | kmod [-] | Bem.-Situation | Bemerkung |
|---------|----------|---------|----------|-----------------|-----------|
| 1 | 15,00 | 20,00 | 0,90 | normal | LFK-1 |
| 2 | 20,00 | 30,00 | 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

$\gamma_M = 1,300$ [-] (bzw. 1,00 bei außergew. Bemessungssituation) -> Querschnittsteil 3

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:

$A_{1,1}(\text{brutto}) = 288,0 \text{ cm}^2$ / $A_{1,1}(\text{netto}) = 288,0 \text{ cm}^2$ (QS-Teil 1)

$A_{1,2}(\text{brutto}) = 48,0 \text{ cm}^2$ / $A_{1,2}(\text{netto}) = 48,0 \text{ cm}^2$ (QS-Teil 2)

$A_{1,3}(\text{brutto}) = 80,0 \text{ cm}^2$ / $A_{1,3}(\text{netto}) = 80,0 \text{ cm}^2$ (QS-Teil 3)

$I_{1,1}(\text{brutto}) = 31104,0 \text{ cm}^4$ / $I_{1,1}(\text{netto}) = 31104,0 \text{ cm}^4$ (QS-Teil 1)

$I_{1,2}(\text{brutto}) = 144,0 \text{ cm}^4$ / $I_{1,2}(\text{netto}) = 144,0 \text{ cm}^4$ (QS-Teil 2)

$I_{1,3}(\text{brutto}) = 666,7 \text{ cm}^4$ / $I_{1,3}(\text{netto}) = 666,7 \text{ cm}^4$ (QS-Teil 3)

$K_{ser}(1-2) = 5300,8 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K_{ser}(1-3) = 5300,8 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 3)

$K_{u,mean}(1-2) = 3533,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K_{u,mean}(1-3) = 3533,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 3)

Berechnungswerte für Nachweise im Anfangszustand:

$K(1-2) = 3533,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(1-3) = 3533,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 3)

$E,1 = 8461,5 \text{ N/mm}^2$ (QS-Teil 1)

$E,2 = 8461,5 \text{ N/mm}^2$ (QS-Teil 2)

$E,3 = 8461,5 \text{ N/mm}^2$ (QS-Teil 3)

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

$\text{Gamma},2 = 0,613$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,488$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = -7,8 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

$a,2 = 157,8 \text{ mm}$ (QS-Teil 2)

$a,3 = 122,2 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 38288175,9 \text{ kNcm}^2$ (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

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

$K(1-2) = 174,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(1-3) = 174,9 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 3)

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

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

$E,3 = 544,6 \text{ N/mm}^2$ (QS-Teil 3)

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

$\text{Gamma},2 = 0,550$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,423$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = -6,4 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

$a,2 = 156,4 \text{ mm}$ (QS-Teil 2)

$a,3 = 123,6 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 2377218,3 \text{ kNcm}^2$ (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

Berechnungswerte für Nachweise nach EC5, 2.3.2.2(2):

$K(1-2) = 282,3 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(1-3) = 282,3 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 3)

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

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

$E,3 = 878,6 \text{ N/mm}^2$ (QS-Teil 3)

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

$\text{Gamma},2 = 0,550$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,423$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = -6,4 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

$a,2 = 156,4 \text{ mm}$ (QS-Teil 2)

$a,3 = 123,6 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 3835447,9 \text{ kNcm}^2$ (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 ²] | -8,30 | -8,54 | -8,54 |
| $\text{Sigma},1,d$ [N/mm ²] | -0,35 | -0,29 | -0,29 |
| $\text{Sigma},m1,u,d$ [N/mm ²] | 7,61 | 7,95 | 7,95 |
| $\text{Sigma},m2,o,d$ [N/mm ²] | -5,61 | -5,31 | -5,31 |
| $\text{Sigma},2,d$ [N/mm ²] | -4,28 | -3,94 | -3,94 |
| $\text{Sigma},m2,u,d$ [N/mm ²] | -2,95 | -2,56 | -2,56 |
| $\text{Sigma},m3,o,d$ [N/mm ²] | 0,42 | 0,10 | 0,10 |

Fortsetzung maximale Ergebnisse:

| Größe [Einheit] | NW Anfangszustand | NW Endzustand nach 2.3.2.2(1) | NW nach 2.3.2.2(2) |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Sigma,3,d [N/mm ²] | 2,63 | 2,39 | 2,39 |
| Sigma,m3,u,d [N/mm ²] | 4,84 | 4,68 | 4,68 |
| hz,1 [mm] | 172,17 | 173,57 | 173,57 |
| hz,2 [mm] | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| hz,3 [mm] | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| max.Tau,d [N/mm ²] | 1,38 | 1,39 | 1,39 |
| Fd,1-2 [kN] | 6,16 | 5,67 | 5,67 |
| Fd,1-3 [kN] | 3,79 | 3,45 | 3,45 |
| eta,Sigma,m1,o [-] | 0,43 | 0,44 | 0,44 |
| eta,Sigma,1 [-] | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| eta,Sigma,m1,u [-] | 0,40 | 0,41 | 0,41 |
| eta,Sigma,m2,o [-] | 0,29 | 0,28 | 0,28 |
| eta,Sigma,2 [-] | 0,25 | 0,23 | 0,23 |
| eta,Sigma,m2,u [-] | 0,15 | 0,13 | 0,13 |
| eta,Sigma,m3,o [-] | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| eta,Sigma,3 [-] | 0,24 | 0,21 | 0,21 |
| eta,Sigma,m3,u [-] | 0,25 | 0,24 | 0,24 |
| eta,Tau [-] | 0,86 | 0,87 | 0,87 |
| Stegbeulen NW 1 | erfüllt | erfüllt | erfüllt |
| Stegbeulen NW 2 [-] | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| Stegbeulen NW 3 | erfüllt | erfüllt | erfüllt |
| F,Rd,1-2 [kN] | 7,53 | 7,53 | 7,53 |
| F,Rd,1-3 [kN] | 7,53 | 7,53 | 7,53 |
| eta,VM,1-2 [-] | 0,94 | 0,75 | 0,75 |
| eta,VM,1-3 [-] | 0,58 | 0,46 | 0,46 |

--> maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen: eta = 0,94 <= 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,m3,o,d = Längsspannung gesamt am oberen Rand von Querschnittsteil 3
 Sigma,3,d = mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 3
 Sigma,m3,u,d = Längsspannung gesamt am unteren Rand von Querschnittsteil 3
 hz,1 = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 1
 hz,2 = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 2
 hz,3 = Höhe der Zugzone in Querschnittsteil 3
 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,1-3 = Bemessungskraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 3

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,m3,o = Ausnutzung Längsspannung am oberen Rand von Querschnittsteil 3

eta,Sigma,3 = mittlere Längsspannung in Querschnittsteil 3

eta,Sigma,m3,u = Ausnutzung Längsspannung am unteren Rand von Querschnittsteil 3

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,1-3 = aufnehmbare Kraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 3

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

eta,VM,1-3 = Ausnutzung für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 3