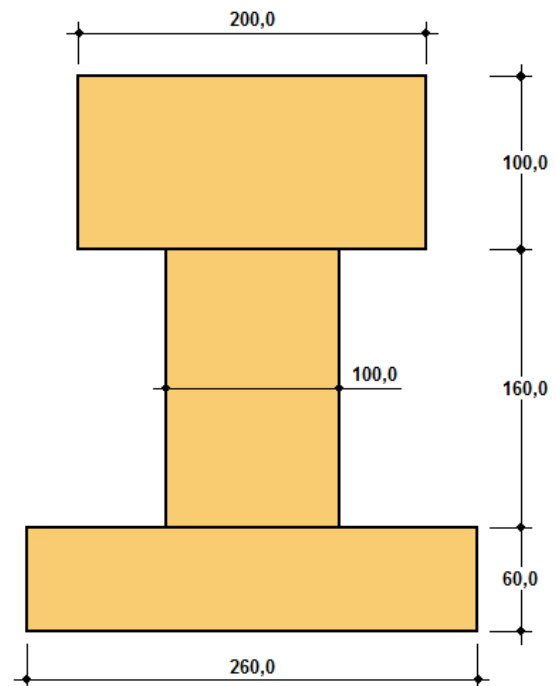
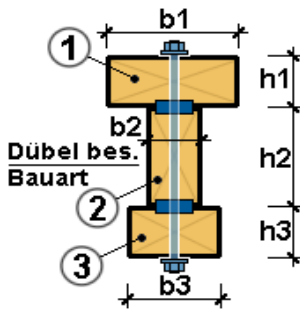


Position: 206 Beispiel Typ 6 mit Dübeln besonderer Bauart

Nachweis der Holz-Verbundquerschnitten nach EC5 - NA Deutschland


Systemwerte:

 Effektive Stützweite $L_{ef} = 6,000 \text{ m}$
Querschnittsteil 1:

 Breite $b_1 = 200,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_1 = 100,0 \text{ mm}$

Material: Nadelholz C24

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

 Breite $b_2 = 100,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_2 = 160,0 \text{ mm}$

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 $b_3 = 260,0 \text{ mm}$

 Höhe $h_3 = 60,0 \text{ mm}$

Material: Nadelholz C24

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

Verbindungsmittel:

gewählte VM: Dübel besonderer Bauart

Anzahl VM nebeneinander = 1 (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)

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

Randabstand $a_{4,2} = 50,0$ mm (bezogen auf Querschnittsteil 2)

minimaler Abstand $a_{3,t} = 1000,0$ mm

Dübeltyp = zweiseitiger Ringdübel A1-80mm

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

Bolzen $d = 12,0$ mm (Festigkeitsklasse 3.6)

Durchmesser U-Scheibe = $60,0$ mm

Einhängeeffekt wird berücksichtigt!

Hirnholzende gemäß Abs. 8.9(7) unbeanspruch

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 nicht 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:

$A_{,1}(\text{brutto}) = 200,0$ cm² / $A_{,1}(\text{netto}) = 175,0$ cm² (QS-Teil 1)

$A_{,2}(\text{brutto}) = 160,0$ cm² / $A_{,2}(\text{netto}) = 115,2$ cm² (QS-Teil 2)

$A_{,3}(\text{brutto}) = 156,0$ cm² / $A_{,3}(\text{netto}) = 136,2$ cm² (QS-Teil 3)

$I_{,1}(\text{brutto}) = 1666,7$ cm⁴ / $I_{,1}(\text{netto}) = 1556,1$ cm⁴ (QS-Teil 1)

$I_{,2}(\text{brutto}) = 3413,3$ cm⁴ / $I_{,2}(\text{netto}) = 2965,1$ cm⁴ (QS-Teil 2)

$I_{,3}(\text{brutto}) = 468,0$ cm⁴ / $I_{,3}(\text{netto}) = 442,4$ cm⁴ (QS-Teil 3)

$K_{ser}(1-2) = 14000,0$ N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K_{ser}(2-3) = 14000,0$ N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 2 und QS-Teil 3)

$K_{u,mean}(1-2) = 9333,3$ N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K_{u,mean}(2-3) = 9333,3$ N/mm (Fuge zwischen QS-Teil 2 und QS-Teil 3)

Berechnungswerte für Nachweise im Anfangszustand:

$K(1-2) = 9333,3 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(2-3) = 9333,3 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 2 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)

$\text{Gamma},1 = 0,446$ [-] (QS-Teil 1)

$\text{Gamma},2 = 1,000$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,508$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = 121,2 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

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

$a,3 = 118,8 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 25343450,2 \text{ kNcm}^2$ (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

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

$K(1-2) = 462,0 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(2-3) = 462,0 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 2 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)

$\text{Gamma},1 = 0,382$ [-] (QS-Teil 1)

$\text{Gamma},2 = 1,000$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,442$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = 122,3 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

$a,2 = 7,7 \text{ mm}$ (QS-Teil 2)

$a,3 = 117,7 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 1450796,0 \text{ kNcm}^2$ (eff. Biegesteifigkeit für Gesamtquerschnitt)

Berechnungswerte für Nachweise nach EC5, 2.3.2.2(2):

$K(1-2) = 745,5 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 1 und QS-Teil 2)

$K(2-3) = 745,5 \text{ N/mm}$ (Fuge zwischen QS-Teil 2 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)

$\text{Gamma},1 = 0,382$ [-] (QS-Teil 1)

$\text{Gamma},2 = 1,000$ [-] (QS-Teil 2)

$\text{Gamma},3 = 0,442$ [-] (QS-Teil 3)

$a,1 = 122,3 \text{ mm}$ (QS-Teil 1)

$a,2 = 7,7 \text{ mm}$ (QS-Teil 2)

$a,3 = 117,7 \text{ mm}$ (QS-Teil 3)

$EI,ef = 2340741,1 \text{ kNcm}^2$ (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]	-7,44	-7,78	-7,78
$\text{Sigma},1,d$ [N/mm ²]	-4,13	-4,01	-4,01
$\text{Sigma},m1,u,d$ [N/mm ²]	-0,81	-0,24	-0,24
$\text{Sigma},m2,o,d$ [N/mm ²]	-6,82	-7,58	-7,58
$\text{Sigma},2,d$ [N/mm ²]	-0,81	-0,80	-0,80
$\text{Sigma},m2,u,d$ [N/mm ²]	5,20	5,97	5,97
$\text{Sigma},m3,o,d$ [N/mm ²]	2,85	2,44	2,44

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]	4,61	4,48	4,48
Sigma,m3,u,d [N/mm ²]	6,38	6,52	6,52
hz,1 [mm]	0,00	0,00	0,00
hz,2 [mm]	69,18	70,54	70,54
hz,3 [mm]	60,00	60,00	60,00
max.Tau,d [N/mm ²]	1,64	1,66	1,66
Fd,1-2 [kN]	27,07	26,33	26,33
Fd,2-3 [kN]	23,56	22,87	22,87
eta,Sigma,m1,o [-]	0,39	0,41	0,41
eta,Sigma,1 [-]	0,25	0,24	0,24
eta,Sigma,m1,u [-]	0,04	0,01	0,01
eta,Sigma,m2,o [-]	0,36	0,39	0,39
eta,Sigma,2 [-]	0,05	0,05	0,05
eta,Sigma,m2,u [-]	0,27	0,31	0,31
eta,Sigma,m3,o [-]	0,15	0,13	0,13
eta,Sigma,3 [-]	0,41	0,40	0,40
eta,Sigma,m3,u [-]	0,33	0,34	0,34
eta,Tau [-]	1,03!!!	1,04!!!	1,04!!!
F,Rd,1-2 [kN]	30,24	30,24	30,24
F,Rd,2-3 [kN]	30,24	30,24	30,24
eta,VM,1-2 [-]	0,90	0,87	0,87
eta,VM,2-3 [-]	0,78	0,76	0,76

--> maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen: eta = 1,04 > 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,2-3 = Bemessungskraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 2 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

η_{τ} = Ausnutzung für Schub im Steg

$F_{Rd,1-2}$ = aufnehmbare Kraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2

$F_{Rd,2-3}$ = aufnehmbare Kraft für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 2 und 3

$\eta_{VM,1-2}$ = Ausnutzung für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 1 und 2

$\eta_{VM,2-3}$ = Ausnutzung für die VM in der Fuge zwischen den Querschnittsteilen 2 und 3