

Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungsmittel

EN 1995-1-1:2004

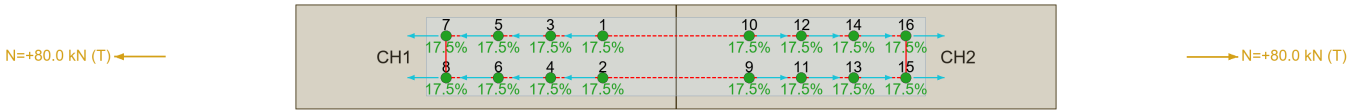
Datum: 2026-08-11
Lastfall: manual

Eingangsdaten

Festigkeitsklasse (Holz)	GL24h
Nutzungsklasse	1
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	mittel
Verbindungsmittelart	Bolzen
Durchmesser des Verbindungsmittels	16 mm
Festigkeitsklasse des Verbindungsmittels	4,6 (240/400)
Stahlblechdicke	10,0 mm
Stahlsorte	S355
Plattentyp	innen liegend
Anzahl der Stahlbleche	2
Außenblech $\pm y$	50,0 mm
Schlitztoleranz	0,0 mm (je Seite)
Versenkung	0,0 mm je Ende
a3-Zuschlag (Hirnholzabstand)	0,0 mm

Ansichten der Verbindung

SEITENANSICHT (XZ)



• eta ≤ 70% • 70% < eta ≤ 90% • 90% < eta ≤ 100% • eta > 100% n. erf.

Bauteile

Name	Tragend	b [mm]	h [mm]	Querschnitt
CH1	Ja	300	160	300 x 160
CH2	Nein	300	160	300 x 160

Schnittgrößen (LF: manual)

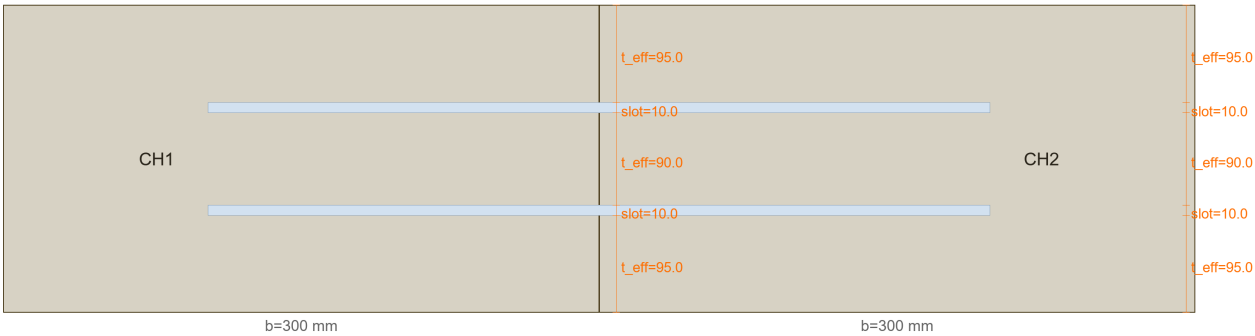
Bauteil	N [kN]	Z/D	Vz [kN]	Vy [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	T [kNm]
CH1 / Ende	80,00	Z	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH2 / Ende	80,00	Z	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Gleichgewicht (Kräfte durch Knoten): X +0,00 Y +0,00 Z +0,00 kN Mx +0,00 My +0,00 Mz +0,00 kNm (im Gleichgewicht)

+ Hebelarm (Verbindungsmittel-Schwerpunkt x Vz): My -0,00 kNm

Gleichgewicht (Kräfte durch Verbindungsmittel-Schwerpunkt): X +0,00 Y +0,00 Z +0,00 kN Mx +0,00 My -0,00 Mz +0,00 kNm (im Gleichgewicht)

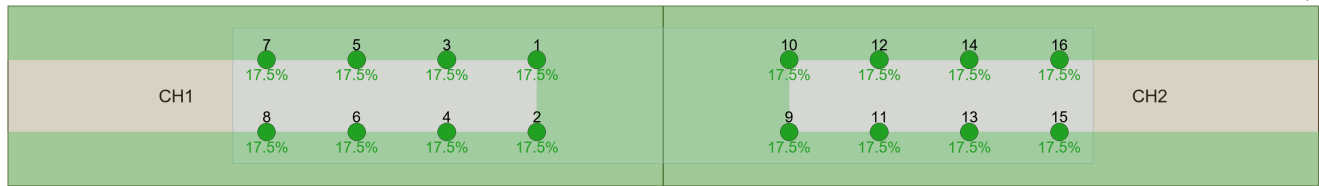
DRAUFSICHT (XY)



■ Holzbauteil ■ Stahlplatte

Nachweis der Mindestabstände - Abschn. 8.5.1.1(3)

SEITENANSICHT (XZ)



• eta ≤ 70% • 70% < eta ≤ 90% • 90% < eta ≤ 100% • eta > 100% n. erf.

a3-Hirnholz- und a4-Randabstandszonen, dargestellt wie in der Seitenansicht der Anwendung (grün = erfüllt, rot = nicht erfüllt).

Bauteil CH1

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG

$a_{1,min} = (4 + |\cos \alpha|) \cdot d = 80,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER

$a_{2,min} = 64,0 \text{ mm}$ vorh. = 64,0 mm ✓ erfüllt

a3,t HIRNHOLZABSTAND (beansprucht)

$a_{3,t,min} = \max(7d, 80) = 112,0 \text{ mm}$ vorh. = 112,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe+)

$a_{4,c,min} = 3d = 48,0 \text{ mm}$ vorh. = 48,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe-)

$a_{4,c,min} = 3d = 48,0 \text{ mm}$ vorh. = 48,0 mm ✓ erfüllt

Bauteil CH2

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG

$a_{1,min} = (4 + |\cos \alpha|) \cdot d = 80,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER

$a_{2,min} = 64,0 \text{ mm}$ vorh. = 64,0 mm ✓ erfüllt

a3,t HIRNHOLZABSTAND (beansprucht)

$a_{3,t,min} = \max(7d, 80) = 112,0 \text{ mm}$ vorh. = 112,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe+)

$a_{4,c,min} = 3d = 48,0 \text{ mm}$ vorh. = 48,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe-)

$a_{4,c,min} = 3d = 48,0 \text{ mm}$ vorh. = 48,0 mm ✓ erfüllt

Tragfähigkeit der Verbindungsmittel - EN 1995-1-1:2004

Kompatibilität der Versagensarten (Abschn. 8.1.3(2)): KOMPATIBEL. Bei allen 16 mehrschnittigen Verbindungsmitteln liegen die Scherfugen in der Familie yielding; daher DÜRFEN die Johansen-Tragfähigkeiten je Scherfuge aufsummiert werden (Σ -Basis).

VM	a[°]	t [mm]	f _{ha}	V _{Ed,Σ}	F _{vRd,Σ}	ηΣ%	V _{Ed,pl}	F _{vRd,pl}	ηpl%	Kompat.	LF	Status	Md
B1	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B2	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B3	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B4	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B5	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B6	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B7	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B8	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B9	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B10	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B11	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B12	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B13	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B14	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B15	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B16	0	95/10/90/10/95	26,5	10,00	57,02	17,5	3,33	14,25	23,4	Ja	man...	erf.	g m m g

Grau dargestellte Werte sind ergänzende Angaben und sind für den Nachweis der Zeile nicht maßgebend.

Verbindungsmittel mit kompatiblen Versagensarten: $\eta = V_{Ed,\Sigma} / F_{v,Rd,\Sigma}$

Verbindungsmittel mit inkompatiblen Versagensarten: $\eta = V_{Ed,gov} / F_{v,Rd,gov}$ je Abschn. 8.1.3(2)

Tragfähigkeiten je Scherfuge dürfen nicht über Lochleibungs- und Fließgelenk-Familien hinweg aufsummiert werden.

Johansen-Herleitung des Verbindungsmittels - EN 1995-1-1:2004

Maßgebendes Verbindungsmittel B2 (Bauteil CH1)

EN 1995-1-1:2004 · Bolzen · maßgebend in LF manual

LOCHLEIBUNGSFESTIGKEIT IN FASERRICHTUNG - EC5 (8,32)

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 16,0) \cdot 385 = \mathbf{26,52 \text{ MPa}}$$

BEIWERTE K90 (NADELHOLZ) - EC5 (8,33)

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 16,0 = \mathbf{1,590}$$

LOCHLEIBUNGSFESTIGKEIT UNTER DEM WINKEL α - EC5 (8,31)

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 26,52 / (1,590 \cdot 0,0000 + 1,0000) = \mathbf{26,52 \text{ MPa}}$$

CHARAKTERISTISCHES FLIESSMOMENT - EC5 (8,30)

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 16,0^{2,6} = \mathbf{162141 \text{ N}\cdot\text{mm}}$$

EINHÄNGEEFFEKT - EC5 Abschn. 8.2.2(2)

$$F_{ax,Rk} = \min(F_{tens,Rk}, F_{wash,Rk}) = \min(56,52, 12,82) = \mathbf{12,82 \text{ kN}} \quad (\text{Scheibenpressung, } d_w = 50 \text{ mm})$$
$$F_{ax,Rk}/4 = 12,82 / 4 = \mathbf{3,20 \text{ kN}} \quad (\text{Einhängeneffekt-Anteil; begrenzt auf } 0,25 \cdot F_{v,Rk,jhs} \text{ je Versagensart})$$

JOHANSEN-VERSAGENSART (f) - EC5 (8,11)

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 26,52 \cdot 95,0 \cdot 16,0 = \mathbf{40,31 \text{ kN}}$$



JOHANSEN-VERSAGENSART (g) - EC5 (8,11) ← MASSGEBEND

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot [\sqrt{2 + 4M_{y,Rk}/(f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2)} - 1] = 40309 \cdot 0,4729 = \mathbf{19,06 \text{ kN}}$$



JOHANSEN-VERSAGENSART (h) - EC5 (8,11)

$$F_{v,Rk} = 2,30 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} = 2,30 \cdot \sqrt{162141 \cdot 26,52 \cdot 16,0} = \mathbf{19,08 \text{ kN}}$$



VERSAGENSART INNERE SCHERFUGE (I) - EC5 (8,13)

$$F_{v,Rk} = 0,5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t_{inner} \cdot d = 0,5 \cdot 26,52 \cdot 90,0 \cdot 16,0 = \mathbf{19,09 \text{ kN}}$$



VERSAGENSART INNERE SCHERFUGE (m) - EC5 (8,13) ← MASSGEBEND

$$F_{v,Rk} = 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d} = 2,3 \cdot \sqrt{162141 \cdot 26,52 \cdot 16,0} = \mathbf{19,08 \text{ kN}}$$



TRAGFÄHIGKEIT JE SCHERFUGE (4 Scherfugen, Abschn. 8.1.3(1)) - EC5 (8.1.3)

Scherfuge außen-1 (außen, $t=95,0 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 22,27 \text{ kN}$ [Modus g]
Scherfuge innen-L (innen, $t=90,0 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 22,28 \text{ kN}$ [Modus m]
Scherfuge innen-R (innen, $t=90,0 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 22,28 \text{ kN}$ [Modus m]
Scherfuge außen-2 (außen, $t=95,0 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 22,27 \text{ kN}$ [Modus g]
 $F_{v,Rk,total} = \text{Summe der Scherfugen} = \mathbf{89,09 \text{ kN}}$

KOMPATIBILITÄT DER VERSAGENSARTEN (Abschn. 8.1.3(2)) - EC5 (8.1.3)

Versagensarten je Scherfuge: **g|m|m|g**

EINE Familie -> KOMPATIBEL: Tragfähigkeiten je Scherfuge aufsummiert

BEMESSUNGSWERT DER TRAGFÄHIGKEIT - EC5 Abschn. 2.4.1 (2,17)

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} = (0,80 \cdot 89,09) / 1,25 = \mathbf{57,02 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD - EC5 (2,17)

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{F_{v,Rd}} = 10,00 / 57,02 = \mathbf{0,18 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Wirksame Anzahl der Verbindungsmittel (n_{ef}) - Abschn. 8.5.1.1(4)

Bauteil CH1

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

Zuordnung der Familie: Bolzen -> 8.5.1.1(4)

WIRKSAME ANZAHL DER VERBINDUNGSMITTEL - je Reihe ($\alpha = 0,0^\circ$) - EC5 (8,34/8,35)

Reihe 1 (n=4): $\min(4, 4^{0,9 \cdot 4} \sqrt{(80/(13 \cdot 16))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 2,74$

Reihe 2 (n=4): $\min(4, 4^{0,9 \cdot 4} \sqrt{(80/(13 \cdot 16))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 2,74$

$\Sigma n_{ef} = 2,74 + 2,74 = 5,48$ **wirksame Verbindungsmittel**

N_{EF}-ABMINDERUNG DEAKTIVIERT

Querzugverstärkung mit Vollgewindeschrauben vorhanden.

Die EC5-Reihenabminderung wird für die Gruppentragfähigkeit nicht angesetzt.

Begründung: Querzugverstärkung mit Vollgewindeschrauben

Vor Override $\Sigma n_{ef} = 5,48$; angesetzt $\Sigma n_{ef} = 8,00$

CHARAKTERISTISCHE TRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rk,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rk,fast} = 8,00 \cdot 89,09 = 712,8 \text{ kN}$

BEMESSUNGSTRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rd,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 8,00 \cdot 57,02 = 456,2 \text{ kN}$

AUSNUTZUNGSGRAD DER GRUPPE (EC5) - EC5 (8.1.1) / (2,17)

$\eta = F_{Ed} / (\Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd}) = 80,00 / (8,00 \cdot 57,02) = 0,18 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}$

Bauteil CH2

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

Zuordnung der Familie: Bolzen -> 8.5.1.1(4)

WIRKSAME ANZAHL DER VERBINDUNGSMITTEL - je Reihe ($\alpha = 0,0^\circ$) - EC5 (8,34/8,35)

Reihe 1 (n=4): $\min(4, 4^{0,9 \cdot 4} \sqrt{(80/(13 \cdot 16))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 2,74$

Reihe 2 (n=4): $\min(4, 4^{0,9 \cdot 4} \sqrt{(80/(13 \cdot 16))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 2,74$

$\Sigma n_{ef} = 2,74 + 2,74 = 5,48$ **wirksame Verbindungsmittel**

CHARAKTERISTISCHE TRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rk,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rk,fast} = 5,48 \cdot 89,09 = 488,2 \text{ kN}$

BEMESSUNGSTRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rd,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 5,48 \cdot 57,02 = 312,5 \text{ kN}$

AUSNUTZUNGSGRAD DER GRUPPE (EC5) - EC5 (8.1.1) / (2,17)

$\eta = F_{Ed} / (\Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd}) = 80,00 / (5,48 \cdot 57,02) = 0,26 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}$

Blockscherversagen (CH1) - EC5 Anhang A

Einstellungen: Pfropfscheren = AUS Blockscher-Summe = EIN

NETTO-BRUCHLÄNGEN + MATERIAL - EC5 Anhang A

$$L_{\text{net},v} = \sum l_{v,i} = \mathbf{585,0 \text{ mm}}$$

$$L_{\text{net},t} = \text{brutto} - \sum \text{Bohrlöcher} = \mathbf{47,0 \text{ mm}}$$

$$f_{t,0,k} = 19,2 \text{ MPa} \quad f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa} \quad k_{cr} = 0,67 \quad k_{mod} = 0,80 \quad \gamma_M = 1,25$$

SEGMENT 0 (außen, $t_{\text{seg}} = 95,0 \text{ mm}$) ← MASSGEBEND - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 95,0 = \mathbf{37235 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 95,0 = \mathbf{4465 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(128,6, 91,2) = \mathbf{128,59 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 128,59 / 1,25 = \mathbf{82,30 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 27,14 / 82,30 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 1 (innen, $t_{\text{seg}} = 90,0 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 90,0 = \mathbf{35276 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 90,0 = \mathbf{4230 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(121,8, 86,4) = \mathbf{121,82 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 121,82 / 1,25 = \mathbf{77,97 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 25,71 / 77,97 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 2 (außen, $t_{\text{seg}} = 95,0 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 95,0 = \mathbf{37235 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 95,0 = \mathbf{4465 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(128,6, 91,2) = \mathbf{128,59 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 128,59 / 1,25 = \mathbf{82,30 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 27,14 / 82,30 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

BLOCKSCHER-SUMME (plastische Umlagerung, MASSGEBEND) - EC5 Anhang A

$$\Sigma F_{bs,Rk} = 128,59 + 121,82 + 128,59 = \mathbf{379,01 \text{ kN}}$$

$$\Sigma F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot \Sigma F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 379,01 / 1,25 = \mathbf{242,56 \text{ kN}}$$

$$\eta = N_{Ed} / \Sigma F_{bs,Rd} = 80,00 / 242,56 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Blockscherversagen (CH2) - EC5 Anhang A

Einstellungen: Pfropfscheren = AUS Blockscher-Summe = EIN

NETTO-BRUCHLÄNGEN + MATERIAL - EC5 Anhang A

$$\begin{aligned}L_{\text{net},v} &= \sum l_{v,i} = \mathbf{585,0 \text{ mm}} \\L_{\text{net},t} &= \text{brutto} - \sum \text{Bohrlöcher} = \mathbf{47,0 \text{ mm}} \\f_{t,0,k} &= 19,2 \text{ MPa} \quad f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa} \quad k_{cr} = 0,67 \quad k_{mod} = 0,80 \quad \gamma_M = 1,25\end{aligned}$$

SEGMENT 0 (außen, $t_{\text{seg}} = 95,0 \text{ mm}$) ← MASSGEBEND - EC5 Anhang A

$$\begin{aligned}A_{\text{net},v} &= k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 95,0 = \mathbf{37235 \text{ mm}^2} \\A_{\text{net},t} &= L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 95,0 = \mathbf{4465 \text{ mm}^2} \\F_{bs,Rk} &= \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(128,6, 91,2) = \mathbf{128,59 \text{ kN (Zug)}} \\F_{bs,Rd} &= k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 128,59 / 1,25 = \mathbf{82,30 \text{ kN}} \\\eta_{\text{seg}} &= \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 27,14 / 82,30 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}\end{aligned}$$

SEGMENT 1 (innen, $t_{\text{seg}} = 90,0 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$\begin{aligned}A_{\text{net},v} &= k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 90,0 = \mathbf{35276 \text{ mm}^2} \\A_{\text{net},t} &= L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 90,0 = \mathbf{4230 \text{ mm}^2} \\F_{bs,Rk} &= \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(121,8, 86,4) = \mathbf{121,82 \text{ kN (Zug)}} \\F_{bs,Rd} &= k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 121,82 / 1,25 = \mathbf{77,97 \text{ kN}} \\\eta_{\text{seg}} &= \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 25,71 / 77,97 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}\end{aligned}$$

SEGMENT 2 (außen, $t_{\text{seg}} = 95,0 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$\begin{aligned}A_{\text{net},v} &= k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 585,0 \cdot 95,0 = \mathbf{37235 \text{ mm}^2} \\A_{\text{net},t} &= L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 47,0 \cdot 95,0 = \mathbf{4465 \text{ mm}^2} \\F_{bs,Rk} &= \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(128,6, 91,2) = \mathbf{128,59 \text{ kN (Zug)}} \\F_{bs,Rd} &= k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 128,59 / 1,25 = \mathbf{82,30 \text{ kN}} \\\eta_{\text{seg}} &= \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 27,14 / 82,30 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}\end{aligned}$$

BLOCKSCHER-SUMME (plastische Umlagerung, MASSGEBEND) - EC5 Anhang A

$$\begin{aligned}\Sigma F_{bs,Rk} &= 128,59 + 121,82 + 128,59 = \mathbf{379,01 \text{ kN}} \\\Sigma F_{bs,Rd} &= k_{mod} \cdot \Sigma F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 379,01 / 1,25 = \mathbf{242,56 \text{ kN}} \\\eta &= N_{Ed} / \Sigma F_{bs,Rd} = 80,00 / 242,56 = \mathbf{0,33 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}\end{aligned}$$

Netto-Querschnitt des Bauteils - Abschn. 5.2 / 6.1

Bauteil CH1

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 300,0 - 2 \cdot (10,0 + 2 \cdot 0,0) = \mathbf{280,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 16 + 1 = \mathbf{17 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 44800 - 2 \cdot 17 \cdot 280 = \mathbf{35280 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0718 \cdot 19,2 / 1,25 = \mathbf{13,170 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 2,268 / 13,170 = \mathbf{0,17 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil CH2

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 300,0 - 2 \cdot (10,0 + 2 \cdot 0,0) = \mathbf{280,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 16 + 1 = \mathbf{17 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 44800 - 2 \cdot 17 \cdot 280 = \mathbf{35280 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0718 \cdot 19,2 / 1,25 = \mathbf{13,170 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 2,268 / 13,170 = \mathbf{0,17 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Nicht geführte Nachweise

Aufspalten infolge Querkzugkraft - Abschn. 8.1.4

CH1: nicht bewertet (automatisch: $|V_z|=0,00 \text{ kN} < \text{Schwellenwert } 0,10 \text{ kN}$)

CH2: nicht bewertet (automatisch: $|V_z|=0,00 \text{ kN} < \text{Schwellenwert } 0,10 \text{ kN}$)

Tragfähigkeit der Verbindungsmittel

EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 (Nachweis Stahlblech)

Unabhängig vom EC5/FprEN-Johansen-Nachweis

Konservativer Ansatz F4 (Stahl-/Bolzennachweis)

Minimale Rand- und Endabstände, resultierender Kraftbetrag

VM	Klasse	V_Ed,pl[kN]	F_b,Rd[kN]	etaB%	V_Ed,pn[kN]	F_v,Rd[kN]	etaV%	maßg.	Status
B1	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B2	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B3	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B4	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B5	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B6	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B7	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B8	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B9	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B10	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B11	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B12	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B13	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B14	innen/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B15	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.
B16	Hirn/Rand	5,00	128,00	3,9	3,33	30,14	11,1	Absch.	erf.

Blech S355, t = 10,0 mm, gamma_M2 = 1,25, Gewinde in der Scherfuge. 16 Verbindungsmittel geprüft, 0 EC3-Nachweise nicht erfüllt.

Nur die Statuszelle ist entsprechend dem Ergebnis eingefärbt (grün = erfüllt / rot = nicht erfüllt); alle übrigen Werte sind neutral.

Für die Beanspruchung je Blech werden die Kräfte der beiden angrenzenden Kontaktflächen summiert (Mehrblech-Regel Q5).

Der EC3-Nachweis ist ein UNABHÄNGIGER Nachweis - sowohl der Johansen-Nachweis (Holz) als auch dieser Stahlnachweis müssen unabhängig voneinander erfüllt sein.

Netto-Querschnitt des Stahlblechs (EN 1993-1-1 Abschn. 6.2.3 / 6.2.4)

Nettobruch / Fließen des Bruttoquerschnitts der lastübertragenden Bleche je Bauteil-Normalkraft

Bauteil	Typ	N_Ed[kN]	A_net[mm2]	N_Rd[kN]	eta%	Status
CH1	Zug	80,0	1680	616,9	13,0	erf.
CH2	Zug	80,0	1680	616,9	13,0	erf.

Zug: $\min(\text{Fließen } A \cdot f_y / gM0, \text{Nettobruch } 0,9 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u / gM2)$; Druck verwendet den Bruttoquerschnitt.

Zusammenfassung der Nachweise

Bauteil	Nachweis	eta [%]	Status
CH1	Maßgebendes Verbindungsmittel (B2)	17,5	erfüllt
CH2	Maßgebendes Verbindungsmittel (B9)	17,5	erfüllt
CH1	Gruppentragfähigkeit (n_ef)	17,5	erfüllt
CH2	Gruppentragfähigkeit (n_ef)	25,6	erfüllt
CH1	Blockscheren / Pfropfscheren	33,0	erfüllt
CH2	Blockscheren / Pfropfscheren	33,0	erfüllt
CH1	Netto-Querschnitt	17,2	erfüllt
CH2	Netto-Querschnitt	17,2	erfüllt

Kompatibilität der Versagensarten (Abschn. 8.1.3(2)): KOMPATIBEL

GESAMTERGEBNIS: NACHWEIS ERFÜLLT

Maßgebender Ausnutzungsgrad: $\eta = 33,0\%$ (CH1 Blockscheren / Pfropfscheren)