

Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungsmittel

EN 1995-1-1:2004

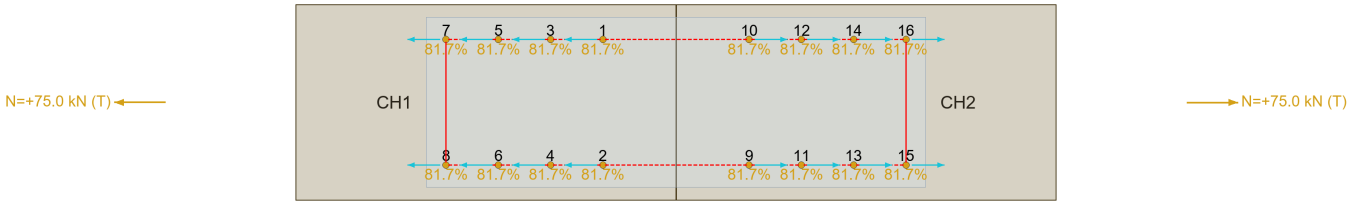
Datum: 2026-08-11
Lastfall: manual

Eingangsdaten

Festigkeitsklasse (Holz)	GL24h
Nutzungsklasse	1
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	mittel
Verbindungsmittelart	Stabdübel
Durchmesser des Verbindungsmittels	7,5 mm
Festigkeitsklasse des Verbindungsmittels	Rothoblaas SBD 7,5
Stabdübel-Festigkeit	p = 2 mm, L = 235 mm, M _{y,k} = 75,00 Nm, L _{eff} = 220 mm
Stahlblechdicke	10,0 mm
Stahlsorte	S355
Plattentyp	innen liegend
Anzahl der Stahlbleche	1
Schlitztoleranz	1,0 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	240	300	240 x 300
CH2	Nein	240	300	240 x 300

Schnittgrößen (LF: manual)

Bauteil	N [kN]	Z/D	Vz [kN]	Vy [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	T [kNm]
CH1 / Ende	75,00	Z	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH2 / Ende	75,00	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)

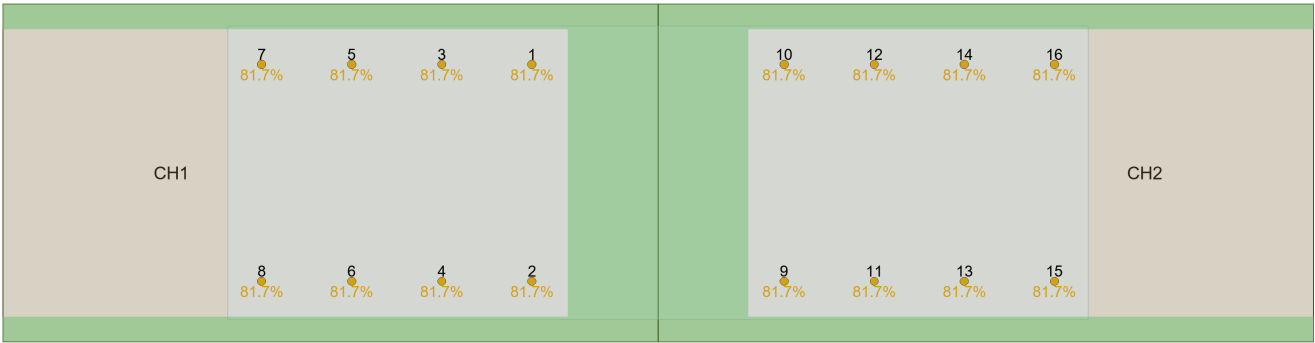
DRAUFSICHT (XY)



■ 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} = (3 + 2 cos α)·d = 37,5 mm vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt
a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER
a _{2,min} = 22,5 mm vorh. = 192,0 mm ✓ erfüllt
a3,t HIRNHOLZABSTAND (beansprucht)
a _{3,t,min} = max(7d, 80) = 80,0 mm vorh. = 112,0 mm ✓ erfüllt
a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe+)
a _{4,c,min} = 3d = 22,5 mm vorh. = 54,0 mm ✓ erfüllt
a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe-)
a _{4,c,min} = 3d = 22,5 mm vorh. = 54,0 mm ✓ erfüllt

Bauteil CH2

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG
a _{1,min} = (3 + 2 cos α)·d = 37,5 mm vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt
a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER
a _{2,min} = 22,5 mm vorh. = 192,0 mm ✓ erfüllt
a3,t HIRNHOLZABSTAND (beansprucht)
a _{3,t,min} = max(7d, 80) = 80,0 mm vorh. = 112,0 mm ✓ erfüllt
a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe+)
a _{4,c,min} = 3d = 22,5 mm vorh. = 54,0 mm ✓ erfüllt
a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht, Höhe-)
a _{4,c,min} = 3d = 22,5 mm vorh. = 54,0 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
D1	0	112/10/96	29,2	9,37	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D2	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D3	0	112/10/96	29,2	9,37	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D4	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D5	0	112/10/96	29,2	9,37	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D6	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D7	0	112/10/96	29,2	9,37	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D8	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D9	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D10	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D11	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D12	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D13	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D14	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D15	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h
D16	0	112/10/96	29,2	9,38	11,47	81,7	4,69	5,74	81,7	Ja	man...	erf.	h h

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

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

Verbindungsmittel mit inkompatiblen Versagensarten: $\eta = V_{Ed,gov} / F_{vRd,gov}$ 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 D2 (Bauteil CH1)

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

LOCHLEIBUNGSFESTIGKEIT IN FASERRICHTUNG - EC5 (8,32)

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 7,5) \cdot 385 = \mathbf{29,20 \text{ MPa}}$$

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

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 7,5 = \mathbf{1,463}$$

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

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 29,20 / (1,463 \cdot 0,0000 + 1,0000) = \mathbf{29,20 \text{ MPa}}$$

CHARAKTERISTISCHES FLIESSMOMENT - EC5 (8,30)

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1327 \cdot 7,5^{2,6} = \mathbf{75000 \text{ N}\cdot\text{mm}}$$

(f_u synthetisiert, um das angegebene M_y zu reproduzieren)

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

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 29,20 \cdot 111,5 \cdot 7,5 = \mathbf{24,42 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot [\sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2))} - 1] = 24420 \cdot 0,4526 = \mathbf{11,05 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = 2,30 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} = 2,30 \cdot \sqrt{75000 \cdot 29,20 \cdot 7,5} = \mathbf{9,32 \text{ kN}}$$



TRAGFÄHIGKEIT JE SCHERFUGE (2 Scherfugen, Abschn. 8.1.3(1)) - EC5 (8.1.3)

Scherfuge außen-1 (außen, $t=111,5 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 9,32 \text{ kN}$ [Modus h]

Scherfuge außen-2 (außen, $t=96,5 \text{ mm}$): $F_{v,Rk} = 9,32 \text{ kN}$ [Modus h]

$F_{v,Rk,total} = \text{Summe der Scherfugen} = \mathbf{18,64 \text{ kN}}$

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

Versagensarten je Scherfuge: **h|h**

EINE Familie -> KOMPATIBEL: Tragfähigkeiten je Scherfuge aufsummiert

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

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} = (0,80 \cdot 18,64) / 1,30 = \mathbf{11,47 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD - EC5 (2,17)

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{F_{v,Rd}} = 9,38 / 11,47 = \mathbf{0,82} \leq \mathbf{1,0} \quad \checkmark \text{ erfüllt}$$

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

Bauteil CH1

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

Zuordnung der Familie: Stabdübel -> 8.5.1 (EN 8.6(1))

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

Reihe 1 (n=4): $\min(4, 4^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 8))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = \mathbf{3,31}$

Reihe 2 (n=4): $\min(4, 4^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 8))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = \mathbf{3,31}$

$\Sigma n_{ef} = 3,31 + 3,31 = \mathbf{6,62}$ wirksame Verbindungsmittel

CHARAKTERISTISCHE TRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rk,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rk,fast} = 6,62 \cdot 18,64 = \mathbf{123,4 \text{ kN}}$

BEMESSUNGSTRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rd,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 6,62 \cdot 11,47 = \mathbf{76,0 \text{ kN}}$

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

$\eta = F_{Ed} / (\Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd}) = 75,00 / (6,62 \cdot 11,47) = \mathbf{0,99 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$

Bauteil CH2

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

Zuordnung der Familie: Stabdübel -> 8.5.1 (EN 8.6(1))

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

Reihe 1 (n=4): $\min(4, 4^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 8))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = \mathbf{3,31}$

Reihe 2 (n=4): $\min(4, 4^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 8))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = \mathbf{3,31}$

$\Sigma n_{ef} = 3,31 + 3,31 = \mathbf{6,62}$ wirksame Verbindungsmittel

CHARAKTERISTISCHE TRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rk,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rk,fast} = 6,62 \cdot 18,64 = \mathbf{123,4 \text{ kN}}$

BEMESSUNGSTRAGFÄHIGKEIT DER GRUPPE - EC5 (8.1.1)

$F_{v,Rd,group} = \Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd} = 6,62 \cdot 11,47 = \mathbf{76,0 \text{ kN}}$

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

$\eta = F_{Ed} / (\Sigma n_{ef} \cdot F_{v,Rd}) = 75,00 / (6,62 \cdot 11,47) = \mathbf{0,99 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$

Blockscherversagen (CH1) - EC5 Anhang A

Einstellungen: Pfropfscheren = AUS Blockscher-Summe = EIN

NETTO-BRUCHLÄNGEN + MATERIAL - EC5 Anhang A

$$L_{\text{net},v} = \sum l_{v,i} = \mathbf{651,5 \text{ mm}}$$

$$L_{\text{net},t} = \text{brutto} - \sum \text{Bohrlöcher} = \mathbf{184,5 \text{ mm}}$$

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

SEGMENT 0 (außen, t_seg = 114,0 mm) ← MASSGEBEND - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 651,5 \cdot 114,0 = \mathbf{49762 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 184,5 \cdot 114,0 = \mathbf{21033 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(605,8, 121,9) = \mathbf{605,75 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 605,75 / 1,25 = \mathbf{387,68 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 37,50 / 387,68 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 1 (außen, t_seg = 114,0 mm) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 651,5 \cdot 114,0 = \mathbf{49762 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 184,5 \cdot 114,0 = \mathbf{21033 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(605,8, 121,9) = \mathbf{605,75 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 605,75 / 1,25 = \mathbf{387,68 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 37,50 / 387,68 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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

$$\Sigma F_{bs,Rk} = 605,75 + 605,75 = \mathbf{1211,50 \text{ kN}}$$

$$\Sigma F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot \Sigma F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1211,50 / 1,25 = \mathbf{775,36 \text{ kN}}$$

$$\eta = N_{Ed} / \Sigma F_{bs,Rd} = 75,00 / 775,36 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Blockscherversagen (CH2) - EC5 Anhang A

Einstellungen: Pfropfscheren = AUS Blockscher-Summe = EIN

NETTO-BRUCHLÄNGEN + MATERIAL - EC5 Anhang A

$$L_{\text{net},v} = \sum l_{v,i} = \mathbf{651,5 \text{ mm}}$$

$$L_{\text{net},t} = \text{brutto} - \sum \text{Bohrlöcher} = \mathbf{184,5 \text{ mm}}$$

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

SEGMENT 0 (außen, t_seg = 114,0 mm) ← MASSGEBEND - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 651,5 \cdot 114,0 = \mathbf{49762 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 184,5 \cdot 114,0 = \mathbf{21033 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(605,8, 121,9) = \mathbf{605,75 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 605,75 / 1,25 = \mathbf{387,68 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 37,50 / 387,68 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 1 (außen, t_seg = 114,0 mm) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 651,5 \cdot 114,0 = \mathbf{49762 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 184,5 \cdot 114,0 = \mathbf{21033 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(605,8, 121,9) = \mathbf{605,75 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 605,75 / 1,25 = \mathbf{387,68 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 37,50 / 387,68 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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

$$\Sigma F_{bs,Rk} = 605,75 + 605,75 = \mathbf{1211,50 \text{ kN}}$$

$$\Sigma F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot \Sigma F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1211,50 / 1,25 = \mathbf{775,36 \text{ kN}}$$

$$\eta = N_{Ed} / \Sigma F_{bs,Rd} = 75,00 / 775,36 = \mathbf{0,10 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Netto-Querschnitt des Bauteils - Abschn. 5.2 / 6.1

Bauteil CH1

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 240,0 - 1 \cdot (10,0 + 2 \cdot 1,0) = \mathbf{228,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 7,5 + 0 = \mathbf{7,5 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 68400 - 2 \cdot 7,5 \cdot 228 = \mathbf{64980 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0718 \cdot 19,2 / 1,30 = \mathbf{12,663 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 1,154 / 12,663 = \mathbf{0,09 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil CH2

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 240,0 - 1 \cdot (10,0 + 2 \cdot 1,0) = \mathbf{228,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 7,5 + 0 = \mathbf{7,5 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 68400 - 2 \cdot 7,5 \cdot 228 = \mathbf{64980 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0718 \cdot 19,2 / 1,30 = \mathbf{12,663 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 1,154 / 12,663 = \mathbf{0,09 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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
D1	Hirn/Rand	9,37	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D2	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D3	innen/Rand	9,37	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D4	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D5	innen/Rand	9,37	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D6	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D7	Hirn/Rand	9,37	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D8	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D9	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D10	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D11	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D12	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D13	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D14	innen/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D15	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.
D16	Hirn/Rand	9,38	54,00	17,4	4,69	28,13	16,7	Lochl.	erf.

Blech S235, 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	75,0	2430	611,0	12,3	erf.
CH2	Zug	75,0	2430	611,0	12,3	erf.

Zug: min(Fließen A*f_y/gM0, Nettobruch 0,9*A_net*f_u/gM2); Druck verwendet den Bruttoquerschnitt.

Zusammenfassung der Nachweise

Bauteil	Nachweis	eta [%]	Status
CH1	Maßgebendes Verbindungsmittel (D2)	81,7	erfüllt
CH2	Maßgebendes Verbindungsmittel (D9)	81,7	erfüllt
CH1	Gruppentragfähigkeit (n_ef)	98,7	erfüllt
CH2	Gruppentragfähigkeit (n_ef)	98,7	erfüllt
CH1	Blockscheren / Pfropfscheren	9,7	erfüllt
CH2	Blockscheren / Pfropfscheren	9,7	erfüllt
CH1	Netto-Querschnitt	9,1	erfüllt
CH2	Netto-Querschnitt	9,1	erfüllt

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

GESAMTERGEBNIS: NACHWEIS ERFÜLLT

Maßgebender Ausnutzungsgrad: $\eta = 98,7\%$ (CH1 Gruppentragfähigkeit (n_ef))