

Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungsmittel

EN 1995-1-1:2004

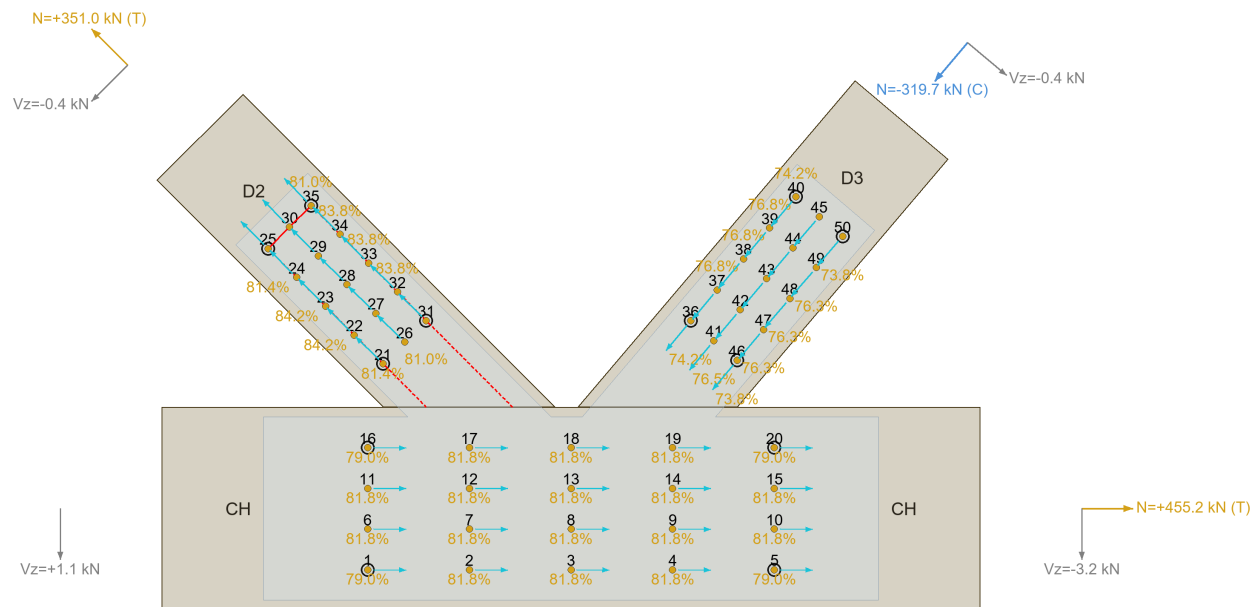
Datum: 2026-08-11
Lastfall: manual

Eingangsdaten

Festigkeitsklasse (Holz)	GL24h
Nutzungsklasse	1
Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	mittel
Verbindungsmittelart	Stabdübel
Durchmesser des Verbindungsmittels	12 mm
Festigkeitsklasse des Verbindungsmittels	S235 (235/360)
Stabdübel-zu-Bolzen-Tausch	12 Stabdübel als Bolzen exportiert (Klasse 4,6); Grund: Eckvorgaben; EC5-Nachweise bleiben Stabdübel-Nachweise
Stahlblechdicke	10,0 mm
Stahlsorte	S355
Plattentyp	innen liegend
Anzahl der Stahlbleche	2
Außenblech $\pm y$	46,7 mm
Schlitztoleranz	1,0 mm (je Seite)
Versenkung	20,0 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
CH	Ja	280	400	280 x 400
D2	Nein	280	240	280 x 240
D3	Nein	280	240	280 x 240

Schnittgrößen (LF: manual)

Bauteil	N [kN]	Z/D	Vz [kN]	Vy [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	T [kNm]
CH / Anfang	0,00	D	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00
CH / Ende	455,24	Z	-3,17	0,00	0,00	0,00	0,00
D2 / Ende	350,98	Z	-0,36	0,00	0,00	0,00	0,00
D3 / Ende	-319,69	D	-0,41	0,00	0,00	0,00	0,00

Gleichgewicht (Kräfte durch Knoten): X -0,08 Y +0,00 Z -0,06 kN Mx +0,00 My +0,00 Mz +0,00 kNm (im Gleichgewicht)

+ Hebelarm (Verbindungsmittel-Schwerpunkt x Vz): My +0,02 kNm

Gleichgewicht (Kräfte durch Verbindungsmittel-Schwerpunkt): X -0,08 Y +0,00 Z -0,06 kN Mx +0,00 My +0,02 Mz +0,00 kNm (im Gleichgewicht)

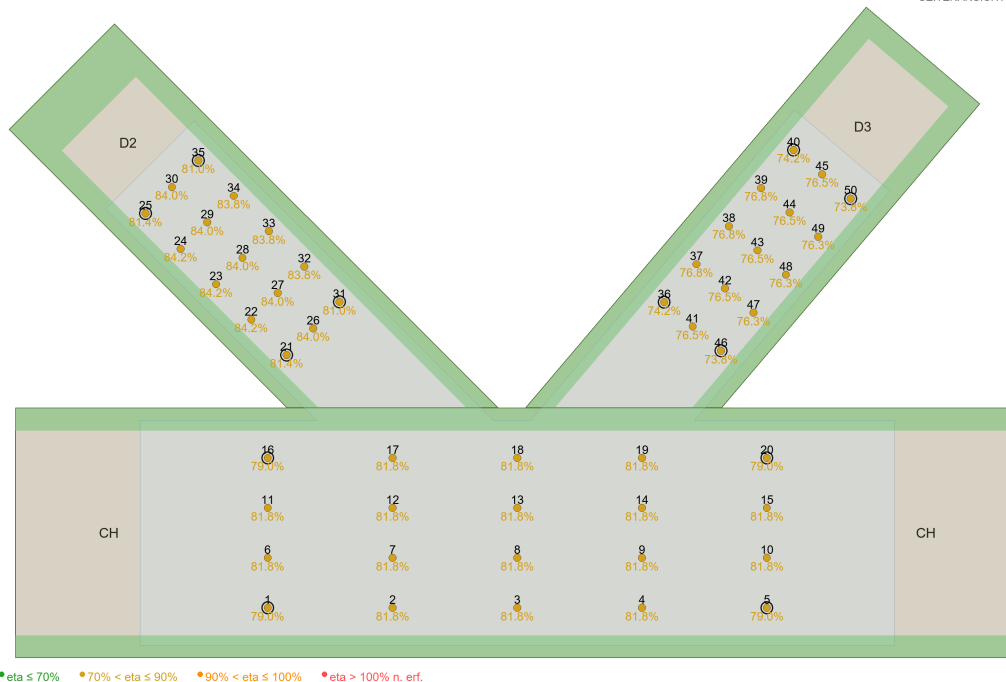
DRAUFSICHT (XY)



■ Holzbauteil ■ Stahlplatte

Nachweis der Mindestabstände - Abschn. 8.5.1.1(3)

SEITENANSICHT (XZ)



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

Bauteil CH

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG

$a_{1,min} = (3 + 2|\cos \alpha|) \cdot d = 60,0 \text{ mm}$ vorh. = 200,0 mm ✓ erfüllt

a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER

$a_{2,min} = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a4,t RANDABSTAND (beansprucht)

$a_{4,t,min} = \max((2+2|\sin \alpha|)d, 3d) = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht)

$a_{4,c,min} = 3d = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

Bauteil D2

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG

$a_{1,min} = (3 + 2|\cos \alpha|) \cdot d = 60,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER

$a_{2,min} = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 60,0 mm ✓ erfüllt

a3,t HIRNHOLZABSTAND (beansprucht)

$a_{3,t,min} = \max(7d, 80) = 84,0 \text{ mm}$ vorh. = 120,0 mm ✓ erfüllt

a4,t RANDABSTAND (beansprucht)

$a_{4,t,min} = \max((2+2|\sin \alpha|)d, 3d) = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 60,0 mm ✓ erfüllt

a4,c RANDABSTAND (unbeansprucht)

$a_{4,c,min} = 3d = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 60,0 mm ✓ erfüllt

Bauteil D3

a1 ABSTAND IN FASERRICHTUNG

$a_{1,min} = (3 + 2|\cos \alpha|) \cdot d = 60,0 \text{ mm}$ vorh. = 80,0 mm ✓ erfüllt

a2 ABSTAND RECHTWINKLIG ZUR FASER

$a_{2,min} = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 60,0 mm ✓ erfüllt

a3,c HIRNHOLZABSTAND (unbeansprucht)

$a_{3,c,min} = 36,0 \text{ mm}$ vorh. = 120,0 mm ✓ erfüllt

a_{4,t} RANDABSTAND (beansprucht)

$a_{4,t,min} = \max((2+2|\sin \alpha|)d, 3d) = \mathbf{36,0\ mm}$ vorh. = **60,0 mm** ✓ **erfüllt**

a_{4,c} RANDABSTAND (unbeansprucht)

$a_{4,c,min} = 3d = \mathbf{36,0\ mm}$ vorh. = **60,0 mm** ✓ **erfüllt**

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

Kompatibilität der Versagensarten (Abschn. 8.1.3(2)): KOMPATIBEL. Bei allen 50 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	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	28,80	79,0	7,59	6,96	109,1	Ja	man...	erf.	g m m g
D2	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D3	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D4	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
B5	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	28,80	79,0	7,59	6,96	109,1	Ja	man...	erf.	g m m g
D6	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D7	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D8	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D9	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D10	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D11	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D12	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D13	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D14	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D15	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
B16	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	28,80	79,0	7,59	6,96	109,1	Ja	man...	erf.	g m m g
D17	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D18	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D19	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	27,84	81,8	7,59	6,86	110,7	Ja	man...	erf.	g m m g
B20	1	67/10/81/10/67	27,8	22,77	28,80	79,0	7,59	6,96	109,1	Ja	man...	erf.	g m m g
B21	0	67/10/81/10/67	27,8	23,46	28,81	81,4	7,82	6,96	112,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D22	0	67/10/81/10/67	27,8	23,46	27,84	84,2	7,82	6,86	114,0	Ja	man...	erf.	g m m g
D23	0	67/10/81/10/67	27,8	23,46	27,84	84,2	7,82	6,86	114,0	Ja	man...	erf.	g m m g
D24	0	67/10/81/10/67	27,8	23,46	27,84	84,2	7,82	6,86	114,0	Ja	man...	erf.	g m m g
B25	0	67/10/81/10/67	27,8	23,46	28,81	81,4	7,82	6,96	112,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D26	0	67/10/81/10/67	27,8	23,40	27,84	84,0	7,80	6,86	113,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D27	0	67/10/81/10/67	27,8	23,40	27,84	84,0	7,80	6,86	113,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D28	0	67/10/81/10/67	27,8	23,40	27,84	84,0	7,80	6,86	113,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D29	0	67/10/81/10/67	27,8	23,40	27,84	84,0	7,80	6,86	113,7	Ja	man...	erf.	g m m g
D30	0	67/10/81/10/67	27,8	23,40	27,84	84,0	7,80	6,86	113,7	Ja	man...	erf.	g m m g
B31	0	67/10/81/10/67	27,8	23,34	28,81	81,0	7,78	6,96	111,8	Ja	man...	erf.	g m m g
D32	0	67/10/81/10/67	27,8	23,34	27,84	83,8	7,78	6,86	113,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D33	0	67/10/81/10/67	27,8	23,34	27,84	83,8	7,78	6,86	113,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D34	0	67/10/81/10/67	27,8	23,34	27,84	83,8	7,78	6,86	113,4	Ja	man...	erf.	g m m g
B35	0	67/10/81/10/67	27,8	23,34	28,81	81,0	7,78	6,96	111,8	Ja	man...	erf.	g m m g
B36	1	67/10/81/10/67	27,8	21,38	28,80	74,2	7,13	6,96	102,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D37	0	67/10/81/10/67	27,8	21,38	27,84	76,8	7,13	6,86	103,9	Ja	man...	erf.	g m m g
D38	0	67/10/81/10/67	27,8	21,38	27,84	76,8	7,13	6,86	103,9	Ja	man...	erf.	g m m g
D39	0	67/10/81/10/67	27,8	21,38	27,84	76,8	7,13	6,86	103,9	Ja	man...	erf.	g m m g
B40	0	67/10/81/10/67	27,8	21,38	28,81	74,2	7,13	6,96	102,4	Ja	man...	erf.	g m m g
D41	1	67/10/81/10/67	27,8	21,31	27,84	76,5	7,10	6,86	103,6	Ja	man...	erf.	g m m g
D42	0	67/10/81/10/67	27,8	21,31	27,84	76,5	7,10	6,86	103,6	Ja	man...	erf.	g m m g
D43	0	67/10/81/10/67	27,8	21,31	27,84	76,5	7,10	6,86	103,6	Ja	man...	erf.	g m m g
D44	0	67/10/81/10/67	27,8	21,31	27,84	76,5	7,10	6,86	103,6	Ja	man...	erf.	g m m g
D45	0	67/10/81/10/67	27,8	21,31	27,84	76,5	7,10	6,86	103,6	Ja	man...	erf.	g m m g
B46	1	67/10/81/10/67	27,8	21,25	28,80	73,8	7,08	6,96	101,8	Ja	man...	erf.	g m m g
D47	0	67/10/81/10/67	27,8	21,25	27,84	76,3	7,08	6,86	103,3	Ja	man...	erf.	g m m g
D48	0	67/10/81/10/67	27,8	21,25	27,84	76,3	7,08	6,86	103,3	Ja	man...	erf.	g m m g
D49	0	67/10/81/10/67	27,8	21,25	27,84	76,3	7,08	6,86	103,3	Ja	man...	erf.	g m m g
B50	0	67/10/81/10/67	27,8	21,25	28,81	73,8	7,08	6,96	101,8	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 D22 (Bauteil D2)

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

LOCHLEIBUNGSFESTIGKEIT IN FASERRICHTUNG - EC5 (8,32)

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12,0) \cdot 385 = \mathbf{27,78 \text{ MPa}}$$

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

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 12,0 = \mathbf{1,530}$$

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

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = 27,78 / (1,530 \cdot 0,0000 + 1,0000) = \mathbf{27,78 \text{ MPa}}$$

CHARAKTERISTISCHES FLIESSMOMENT - EC5 (8,30)

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 360 \cdot 12,0^{2,6} = \mathbf{69071 \text{ N}\cdot\text{mm}}$$

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

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d = 27,78 \cdot 67,3 \cdot 12,0 = \mathbf{22,45 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot [\sqrt{(2 + 4M_{y,Rk} / (f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2))} - 1] = 22446 \cdot 0,4774 = \mathbf{10,72 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = 2,30 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} = 2,30 \cdot \sqrt{69071 \cdot 27,78 \cdot 12,0} = \mathbf{11,04 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = 0,5 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t_{\text{inner}} \cdot d = 0,5 \cdot 27,78 \cdot 81,3 \cdot 12,0 = \mathbf{13,56 \text{ kN}}$$



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

$$F_{v,Rk} = 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot d} = 2,3 \cdot \sqrt{69071 \cdot 27,78 \cdot 12,0} = \mathbf{11,04 \text{ kN}}$$



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

Scherfuge außen-1 (außen, t=67,3 mm): $F_{v,Rk} = 10,72 \text{ kN}$ [Modus g]

Scherfuge innen-L (innen, t=81,3 mm): $F_{v,Rk} = 11,04 \text{ kN}$ [Modus m]

Scherfuge innen-R (innen, t=81,3 mm): $F_{v,Rk} = 11,04 \text{ kN}$ [Modus m]

Scherfuge außen-2 (außen, t=67,3 mm): $F_{v,Rk} = 10,72 \text{ kN}$ [Modus g]

$F_{v,Rk,\text{total}} = \text{Summe der Scherfugen} = \mathbf{43,51 \text{ kN}}$

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)

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} = (0,80 \cdot 43,51) / 1,25 = \mathbf{27,84 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD - EC5 (2,17)

$$\eta = \frac{V_{\text{Ed}}}{F_{v,Rd}} = 23,46 / 27,84 = \mathbf{0,84 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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

Bauteil CH

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

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

WIRKSAME ANZAHL DER VERBINDUNGSMITTEL - je Reihe ($\alpha = 0,5^\circ$) - EC5 (8,34/8,35)

Reihe 1 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(200/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 4,53$

Reihe 2 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(200/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 4,53$

Reihe 3 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(200/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 4,53$

Reihe 4 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(200/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 4,53$

$\Sigma n_{ef} = 4,53 + 4,53 + 4,53 + 4,53 = 18,12$ **wirksame Verbindungsmittel**

GEMISCHTE GRUPPE STABDÜBEL + PASSBOLZEN - EC5 (8.1.1)

16 Stabdübel + 4 Passbolzen; schwächer = Stabdübel, maßgebender Modus g

Schritt 2 anteilig: $n_{ef,d} = 14,50$, $n_{ef,b} = 3,62$

Schritt 3 DUKTIL: $F_{group} = 14,50 \times 27,84 + 3,62 \times 28,80 = 508,0$ kN

Passbolzen ohne Gewinde in der Scherfuge angenommen (voller Schaft); $d_{ef} = d$.

GROUP UTILISATION (EC5, mixed) - EC5 (8.1.1)/(2,17)

$\eta = F_{Ed} / F_{v,Rd,group} = 455,24 / 508,0 = 0,90 \leq 1,0$ ✓ **erfüllt**

Bauteil D2

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

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

WIRKSAME ANZAHL DER VERBINDUNGSMITTEL - je Reihe ($\alpha = 0,1^\circ$) - EC5 (8,34/8,35)

Reihe 1 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

Reihe 2 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

Reihe 3 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

$\Sigma n_{ef} = 3,60 + 3,60 + 3,60 = 10,80$ **wirksame Verbindungsmittel**

GEMISCHTE GRUPPE STABDÜBEL + PASSBOLZEN - EC5 (8.1.1)

11 Stabdübel + 4 Passbolzen; schwächer = Stabdübel, maßgebender Modus g

Schritt 2 anteilig: $n_{ef,d} = 7,92$, $n_{ef,b} = 2,88$

Schritt 3 DUKTIL: $F_{group} = 7,92 \times 27,84 + 2,88 \times 28,81 = 303,5$ kN

Passbolzen ohne Gewinde in der Scherfuge angenommen (voller Schaft); $d_{ef} = d$.

GROUP UTILISATION (EC5, mixed) - EC5 (8.1.1)/(2,17)

$\eta = F_{Ed} / F_{v,Rd,group} = 350,98 / 303,5 = 1,16 > 1,0$ ✗ **nicht erfüllt**

Bauteil D3

ZUORDNUNG DER VERBINDUNGSMITTELFAMILIE

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

WIRKSAME ANZAHL DER VERBINDUNGSMITTEL - je Reihe ($\alpha = 0,1^\circ$) - EC5 (8,34/8,35)

Reihe 1 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

Reihe 2 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

Reihe 3 (n=5): $\min(5, 5^{0,9,4}\sqrt{(80/(13 \cdot 12))})$, interp $\alpha \rightarrow n_{ef} = 3,60$

$\Sigma n_{ef} = 3,60 + 3,60 + 3,60 = 10,80$ **wirksame Verbindungsmittel**

GEMISCHTE GRUPPE STABDÜBEL + PASSBOLZEN - EC5 (8.1.1)

11 Stabdübel + 4 Passbolzen; schwächer = Stabdübel, maßgebender Modus g

Schritt 2 anteilig: $n_{ef,d} = 7,92$, $n_{ef,b} = 2,88$

Schritt 3 DUKTIL: $F_{group} = 7,92 \times 27,84 + 2,88 \times 28,80 = 303,5$ kN

Passbolzen ohne Gewinde in der Scherfuge angenommen (voller Schaft); $d_{ef} = d$.

GROUP UTILISATION (EC5, mixed) - EC5 (8.1.1)/(2,17)

$\eta = F_{Ed} / F_{v,Rd,group} = 319,69 / 303,5 = 1,05 > 1,0$ ✗ **nicht erfüllt**

Blockscherversagen (D2) - EC5 Anhang A

Einstellungen: Pfropfscheren = EIN Blockscher-Summe = EIN

NETTO-BRUCHLÄNGEN + MATERIAL - EC5 Anhang A

$$L_{\text{net},v} = \sum l_{v,i} = \mathbf{892,0 \text{ mm}}$$

$$L_{\text{net},t} = \text{brutto} - \sum \text{Bohrlöcher} = \mathbf{96,0 \text{ mm}}$$

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

SEGMENT 0 (außen, $t_{\text{seg}} = 67,3 \text{ mm}$) ← MASSGEBEND - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = \frac{1}{2} \cdot L_{\text{net},v} \cdot (L_{\text{net},t} + 2 \cdot t_{\text{ef}}) \cdot k_{cr} = \frac{1}{2} \cdot 892,0 \cdot (96,0 + 2 \cdot 29,1) \cdot 0,67 = \mathbf{46072 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 96,0 \cdot 67,3 = \mathbf{6464 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(186,2, 112,9) = \mathbf{186,15 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 186,15 / 1,25 = \mathbf{119,14 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 109,41 / 119,14 = \mathbf{0,92 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 1 (innen, $t_{\text{seg}} = 81,3 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = k_{cr} \cdot L_{\text{net},v} \cdot t_{\text{seg}} = 0,67 \cdot 892,0 \cdot 81,3 = \mathbf{48612 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 96,0 \cdot 81,3 = \mathbf{7809 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(224,9, 119,1) = \mathbf{224,89 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 224,89 / 1,25 = \mathbf{143,93 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 132,17 / 143,93 = \mathbf{0,92 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

SEGMENT 2 (außen, $t_{\text{seg}} = 67,3 \text{ mm}$) - EC5 Anhang A

$$A_{\text{net},v} = \frac{1}{2} \cdot L_{\text{net},v} \cdot (L_{\text{net},t} + 2 \cdot t_{\text{ef}}) \cdot k_{cr} = \frac{1}{2} \cdot 892,0 \cdot (96,0 + 2 \cdot 29,1) \cdot 0,67 = \mathbf{46072 \text{ mm}^2}$$

$$A_{\text{net},t} = L_{\text{net},t} \cdot t_{\text{seg}} = 96,0 \cdot 67,3 = \mathbf{6464 \text{ mm}^2}$$

$$F_{bs,Rk} = \max(1,5 \cdot A_{\text{net},t} \cdot f_{t,0,k}, 0,7 \cdot A_{\text{net},v} \cdot f_{v,k}) = \max(186,2, 112,9) = \mathbf{186,15 \text{ kN (Zug)}}$$

$$F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 186,15 / 1,25 = \mathbf{119,14 \text{ kN}}$$

$$\eta_{\text{seg}} = \text{Beanspruchung} / F_{bs,Rd} = 109,41 / 119,14 = \mathbf{0,92 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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

$$\Sigma F_{bs,Rk} = 186,15 + 224,89 + 186,15 = \mathbf{597,20 \text{ kN}}$$

$$\Sigma F_{bs,Rd} = k_{mod} \cdot \Sigma F_{bs,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 597,20 / 1,25 = \mathbf{382,21 \text{ kN}}$$

$$\eta = N_{Ed} / \Sigma F_{bs,Rd} = 350,98 / 382,21 = \mathbf{0,92 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteile ohne erforderlichen Blockschernachweis:

CH: nicht erforderlich - durchlaufend

D3: nicht erforderlich - Druck

Aufspalten infolge Querkzugkraft - Abschn. 8.1.4

Bauteil CH

CHARAKTERISTISCHE BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG $F_{90,Rk}$ - EC5 (Gl. 8.4)

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{h_e / (1 - h_e/h)} = 14 \cdot 280 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{320 / (1 - 320/400)} = \mathbf{156,80 \text{ kN}}$$

BEMESSUNGSWERT DER BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG - EC5 (2.4.3)

$$F_{90,Rd} = k_{mod} \cdot F_{90,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 156,80 / 1,25 = \mathbf{100,35 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD AUFSPALTEN - EC5 (Abschn. 8.1.4)

$$\eta = F_{v,Ed} / F_{90,Rd} = 3,17 / 100,35 = \mathbf{0,03 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil D2

CHARAKTERISTISCHE BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG $F_{90,Rk}$ - EC5 (Gl. 8.4)

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{h_e / (1 - h_e/h)} = 14 \cdot 280 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{180 / (1 - 180/240)} = \mathbf{105,19 \text{ kN}}$$

BEMESSUNGSWERT DER BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG - EC5 (2.4.3)

$$F_{90,Rd} = k_{mod} \cdot F_{90,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 105,19 / 1,25 = \mathbf{67,32 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD AUFSPALTEN - EC5 (Abschn. 8.1.4)

$$\eta = F_{v,Ed} / F_{90,Rd} = 0,36 / 67,32 = \mathbf{0,01 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil D3

CHARAKTERISTISCHE BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG $F_{90,Rk}$ - EC5 (Gl. 8.4)

$$F_{90,Rk} = 14 \cdot b \cdot w \cdot \sqrt{h_e / (1 - h_e/h)} = 14 \cdot 280 \cdot 1,0 \cdot \sqrt{180 / (1 - 180/240)} = \mathbf{105,19 \text{ kN}}$$

BEMESSUNGSWERT DER BEANSPRUCHBARKEIT AUF QUERZUG - EC5 (2.4.3)

$$F_{90,Rd} = k_{mod} \cdot F_{90,Rk} / \gamma_M = 0,80 \cdot 105,19 / 1,25 = \mathbf{67,32 \text{ kN}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD AUFSPALTEN - EC5 (Abschn. 8.1.4)

$$\eta = F_{v,Ed} / F_{90,Rd} = 0,41 / 67,32 = \mathbf{0,01 \leq 1,0 \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Netto-Querschnitt des Bauteils - Abschn. 5.2 / 6.1

Bauteil CH

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 280,0 - 2 \cdot (10,0 + 2 \cdot 1,0) = \mathbf{256,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 12 + 0 = \mathbf{12 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 102400 - 4 \cdot 12 \cdot 256 = \mathbf{90112 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0414 \cdot 19,2 / 1,25 = \mathbf{12,796 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 5,052 / 12,796 = \mathbf{0,39 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

BIEGESpannung AM NETTOQUERSCHNITT - EC5 Abschn. 6.1.6

$$\sigma_m = M_y \cdot z_s / I_{\text{net}} = 0,000\text{e}+00 \cdot 200 / 1,267\text{e}+09 = \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \quad (f_{m,d} = 15,996 \text{ MPa})$$

ZUG + BIEGUNG INTERAKTION - EC5 Abschn. 6.2.3

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_m / f_{m,d} = 0,395 + 0,000 = \mathbf{0,39 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$\tau_v = V_z \cdot S_{\text{net}} / (I_{\text{net}} \cdot b \cdot k_{cr}) = 3170 \cdot 4,63\text{e}+06 / (1,27\text{e}+09 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,068 \text{ MPa}}$$
$$\eta = \tau_v / f_{v,d} = 0,068 / 2,240 = \mathbf{0,03 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD MOMENTENINDUZIRTER SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$V_{dw} = 0,0 \text{ kN} \quad (= V_M)$$
$$\tau_{dw} = V_{dw} \cdot S_{\text{net}} / (I_{\text{net}} \cdot b \cdot k_{cr}) = 0 \cdot 4,63\text{e}+06 / (1,27\text{e}+09 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,000 \text{ MPa}}$$
$$\eta = \tau_{dw} / f_{v,d} = 0,000 / 2,240 = \mathbf{0,00 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

MASSGEBENDE AUSNUTZUNG NETTOQUERSCHNITT

$$\eta_{\text{gov}} = \max(\text{Normalkraft}, N+M, \text{aktueller Schub}) = \mathbf{0,39 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil D2

NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2

$$b_{\text{net}} = W - n_{\text{pl}} \cdot (t_{\text{steel}} + 2 \cdot \text{slot}) = 280,0 - 2 \cdot (10,0 + 2 \cdot 1,0) = \mathbf{256,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$
$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 12 + 0 = \mathbf{12 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{\text{net}} = A_{\text{gross}} - n \cdot d_0 \cdot b = 61440 - 3 \cdot 12 \cdot 256 = \mathbf{52224 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSZUGFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.2

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 1,0792 \cdot 19,2 / 1,25 = \mathbf{13,261 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT ZUG - EC5 Abschn. 6.1.2

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} = 6,721 / 13,261 = \mathbf{0,51 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

BIEGESpannung AM NETTOQUERSCHNITT - EC5 Abschn. 6.1.6

$$\sigma_m = M_y \cdot z_s / I_{\text{net}} = 0,000\text{e}+00 \cdot 120 / 2,727\text{e}+08 = \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \quad (f_{m,d} = 16,834 \text{ MPa})$$

ZUG + BIEGUNG INTERAKTION - EC5 Abschn. 6.2.3

$$\eta = \sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_m / f_{m,d} = 0,507 + 0,000 = \mathbf{0,51 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$\tau_v = V_z \cdot S_{\text{net}} / (I_{\text{net}} \cdot b \cdot k_{cr}) = 360 \cdot 1,66\text{e}+06 / (2,73\text{e}+08 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,013 \text{ MPa}}$$
$$\eta = \tau_v / f_{v,d} = 0,013 / 2,240 = \mathbf{0,01 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD MOMENTENINDUZIERTER SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$V_{dw} = 0,0 \text{ kN} \quad (= V_M)$$

$$\tau_{dw} = V_{dw} \cdot S_{net} / (I_{net} \cdot b \cdot k_{cr}) = 0 \cdot 1,66e+06 / (2,73e+08 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,000 \text{ MPa}}$$

$$\eta = \tau_{dw} / f_{v,d} = 0,000 / 2,240 = \mathbf{0,00 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

MASSGEBENDE AUSNUTZUNG NETTOQUERSCHNITT

$$\eta_{gov} = \max(\text{Normalkraft, } N+M, \text{ aktueller Schub}) = \mathbf{0,51 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

Bauteil D3**NETTOBREITE + LOCHDURCHMESSER - EC5 Abschn. 5.2**

$$b_{net} = W - n_{pl} \cdot (t_{steel} + 2 \cdot \text{slot}) = 280,0 - 2 \cdot (10,0 + 2 \cdot 1,0) = \mathbf{256,0 \text{ mm}} \quad (\text{Stahlblech-Schlitz abgezogen})$$

$$d_0 = d + \text{Übermaß} = 12 + 0 = \mathbf{12 \text{ mm}} \quad (\text{gebohrtes Loch im Holz})$$

NETTOQUERSCHNITTSFLÄCHE - EC5 Abschn. 5.2

$$A_{net} = A_{gross} - n \cdot d_0 \cdot b = 61440 - 3 \cdot 12 \cdot 256 = \mathbf{52224 \text{ mm}^2}$$

BEMESSUNGSDRUCKFESTIGKEIT (parallel) - EC5 Abschn. 6.1.4

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,80 \cdot 24,0 / 1,25 = \mathbf{15,360 \text{ MPa}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT DRUCK - EC5 Abschn. 6.1.4

$$\eta = \sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d} = 6,122 / 15,360 = \mathbf{0,40 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

biegespannung am nettoquerschnitt - EC5 Abschn. 6.1.6

$$\sigma_m = M_y \cdot z_s / I_{net} = 0,000e+00 \cdot 120 / 2,727e+08 = \mathbf{0,000 \text{ MPa}} \quad (f_{m,d} = 16,834 \text{ MPa})$$

DRUCK + BIEGUNG INTERAKTION - EC5 Abschn. 6.2.4

$$\eta = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_m / f_{m,d} = 0,159 + -0,000 = \mathbf{0,16 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD NETTOQUERSCHNITT SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$\tau_v = V_z \cdot S_{net} / (I_{net} \cdot b \cdot k_{cr}) = 410 \cdot 1,66e+06 / (2,73e+08 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,015 \text{ MPa}}$$

$$\eta = \tau_v / f_{v,d} = 0,015 / 2,240 = \mathbf{0,01 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

AUSNUTZUNGSGRAD MOMENTENINDUZIERTER SCHUB - EC5 Abschn. 6.1.7

$$V_{dw} = 0,0 \text{ kN} \quad (= V_M)$$

$$\tau_{dw} = V_{dw} \cdot S_{net} / (I_{net} \cdot b \cdot k_{cr}) = 0 \cdot 1,66e+06 / (2,73e+08 \cdot 256 \cdot 0,67) = \mathbf{0,000 \text{ MPa}}$$

$$\eta = \tau_{dw} / f_{v,d} = 0,000 / 2,240 = \mathbf{0,00 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

MASSGEBENDE AUSNUTZUNG NETTOQUERSCHNITT

$$\eta_{gov} = \max(\text{Normalkraft, } N+M, \text{ aktueller Schub}) = \mathbf{0,40 \leq 1,0 \quad \checkmark \text{ erfüllt}}$$

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	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D2	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D3	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D4	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
B5	Hirn/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D6	Hirn/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D7	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D8	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D9	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D10	Hirn/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D11	Hirn/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D12	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D13	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D14	innen/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D15	Hirn/innen	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
B16	Hirn/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D17	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D18	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
D19	innen/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
B20	Hirn/Rand	11,38	86,40	13,2	7,59	14,57	52,1	Absch.	erf.
B21	Hirn/Rand	11,73	86,40	13,6	7,82	14,57	53,7	Absch.	erf.
D22	innen/Rand	11,73	86,40	13,6	7,82	14,57	53,7	Absch.	erf.
D23	innen/Rand	11,73	86,40	13,6	7,82	14,57	53,7	Absch.	erf.
D24	innen/Rand	11,73	86,40	13,6	7,82	14,57	53,7	Absch.	erf.
B25	Hirn/Rand	11,73	86,40	13,6	7,82	14,57	53,7	Absch.	erf.
D26	Hirn/innen	11,70	86,40	13,5	7,80	14,57	53,5	Absch.	erf.
D27	innen/innen	11,70	86,40	13,5	7,80	14,57	53,5	Absch.	erf.
D28	innen/innen	11,70	86,40	13,5	7,80	14,57	53,5	Absch.	erf.
D29	innen/innen	11,70	86,40	13,5	7,80	14,57	53,5	Absch.	erf.
D30	Hirn/innen	11,70	86,40	13,5	7,80	14,57	53,5	Absch.	erf.
B31	Hirn/Rand	11,67	86,40	13,5	7,78	14,57	53,4	Absch.	erf.
D32	innen/Rand	11,67	86,40	13,5	7,78	14,57	53,4	Absch.	erf.
D33	innen/Rand	11,67	86,40	13,5	7,78	14,57	53,4	Absch.	erf.
D34	innen/Rand	11,67	86,40	13,5	7,78	14,57	53,4	Absch.	erf.
B35	Hirn/Rand	11,67	86,40	13,5	7,78	14,57	53,4	Absch.	erf.
B36	Hirn/Rand	10,69	86,40	12,4	7,13	14,57	48,9	Absch.	erf.
D37	innen/Rand	10,69	86,40	12,4	7,13	14,57	48,9	Absch.	erf.
D38	innen/Rand	10,69	86,40	12,4	7,13	14,57	48,9	Absch.	erf.
D39	innen/Rand	10,69	86,40	12,4	7,13	14,57	48,9	Absch.	erf.
B40	Hirn/Rand	10,69	86,40	12,4	7,13	14,57	48,9	Absch.	erf.
D41	Hirn/innen	10,66	86,40	12,3	7,10	14,57	48,8	Absch.	erf.
D42	innen/innen	10,66	86,40	12,3	7,10	14,57	48,8	Absch.	erf.
D43	innen/innen	10,66	86,40	12,3	7,10	14,57	48,8	Absch.	erf.
D44	innen/innen	10,66	86,40	12,3	7,10	14,57	48,8	Absch.	erf.
D45	Hirn/innen	10,66	86,40	12,3	7,10	14,57	48,8	Absch.	erf.
B46	Hirn/Rand	10,62	86,40	12,3	7,08	14,57	48,6	Absch.	erf.
D47	innen/Rand	10,62	86,40	12,3	7,08	14,57	48,6	Absch.	erf.
D48	innen/Rand	10,62	86,40	12,3	7,08	14,57	48,6	Absch.	erf.
D49	innen/Rand	10,62	86,40	12,3	7,08	14,57	48,6	Absch.	erf.
B50	Hirn/Rand	10,62	86,40	12,3	7,08	14,57	48,6	Absch.	erf.

Blech S355, t = 10,0 mm, gamma_M2 = 1,25, Gewinde in der Scherfuge. 50 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 Stahlachweis 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
CH	Zug	455,2	6960	2555,7	17,8	erf.
D2	Zug	351,0	4020	1476,1	23,8	erf.
D3	Druck	-319,7	4020	1704,0	18,8	erf.

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

- 6.2.4: Druck -> Bruttoquerschnitt (Löcher durch die Verbindungsmittel gefüllt)

- Blechhöhe auf die Bauteilhöhe begrenzt (gemeinsames Knotenblech)

Zusammenfassung der Nachweise

Bauteil	Nachweis	eta [%]	Status
CH	Maßgebendes Verbindungsmittel (D2)	81,8	erfüllt
D2	Maßgebendes Verbindungsmittel (D22)	84,2	erfüllt
D3	Maßgebendes Verbindungsmittel (D37)	76,8	erfüllt
CH	Gruppentragfähigkeit (n_ef, gemischte Verbindungsmittel)	89,6	erfüllt
D2	Gruppentragfähigkeit (n_ef, gemischte Verbindungsmittel)	115,7	nicht erfüllt
D3	Gruppentragfähigkeit (n_ef, gemischte Verbindungsmittel)	105,3	nicht erfüllt
D2	Blockscheren / Pfropfscheren	91,8	erfüllt
CH	Aufspalten (Querzug)	3,2	erfüllt
D2	Aufspalten (Querzug)	0,5	erfüllt
D3	Aufspalten (Querzug)	0,6	erfüllt
CH	Netto-Querschnitt	39,5	erfüllt
D2	Netto-Querschnitt	50,7	erfüllt
D3	Netto-Querschnitt	39,9	erfüllt

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

GESAMTERGEBNIS: NACHWEIS NICHT ERFÜLLT

Maßgebender Ausnutzungsgrad: $\eta = 115,7\%$ (D2 Gruppentragfähigkeit (n_ef, gemischte Verbindungsmittel))