

Typisierter IM-Anschluss

Momententragfähiger IM-Anschluss nach EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

Die Abmessungen des Trägers, der Schrauben, der Stirnplatte und der Schweißnähte, das Material sowie die Anordnung der Schrauben sind der folgenden Literatur entnommen:

'Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau nach DIN EN 1993-1-8, Ergänzungsband 2018, Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Ausgabe 2018'

Hierzu sind die laufende Nr. sowie die zugehörigen Parameter protokolliert.

Die MN-Interaktion erfolgt nach Cerfontaine (in Jaspart/Weynand: Design of Joints in Steel Structures).

Die maximale Normalkrafttragfähigkeit wird ohne Druck-/Schubkomponenten und Linearisierung berechnet.

Trägerstoß, Stahlgüte S235, Festigkeitsklasse der Schrauben 8.8

31802: Trägerprofil HEM900, Schraubengröße M30, Anschluss mit 2 Schrauben je Reihe

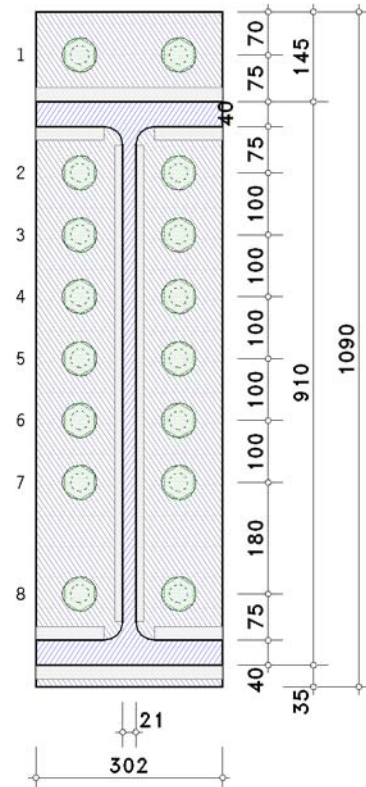
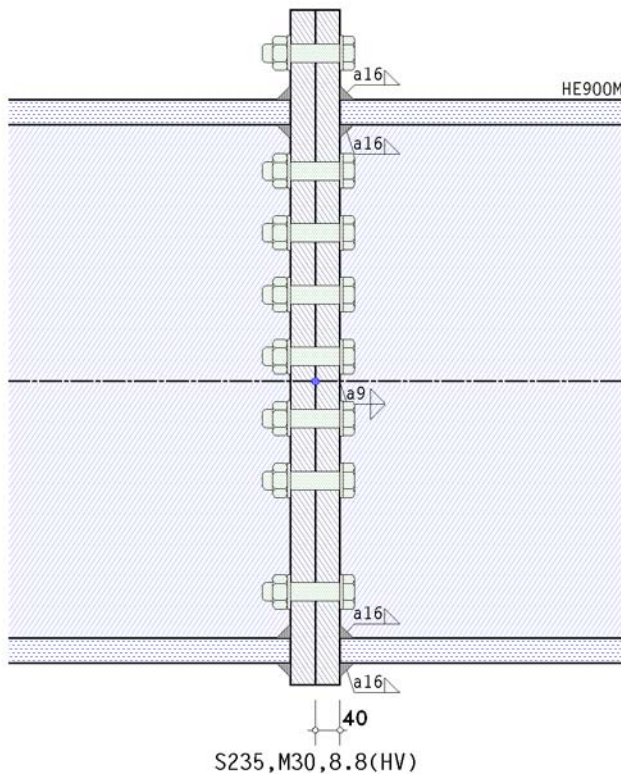
Stirnplatte: $t_p = 40$ mm, $b_p = 302$ mm, $h_p = 1090$ mm, $e_1 = 70$ mm, $p_{1,1} = 190$ mm, $p_{1,2} = 100$ mm

$p_{1,3} = 100$ mm, $p_{1,4} = 100$ mm, $p_{1,5} = 100$ mm, $p_{1,6} = 100$ mm, $p_{1,7} = 180$ mm, $u_1 = 145$ mm

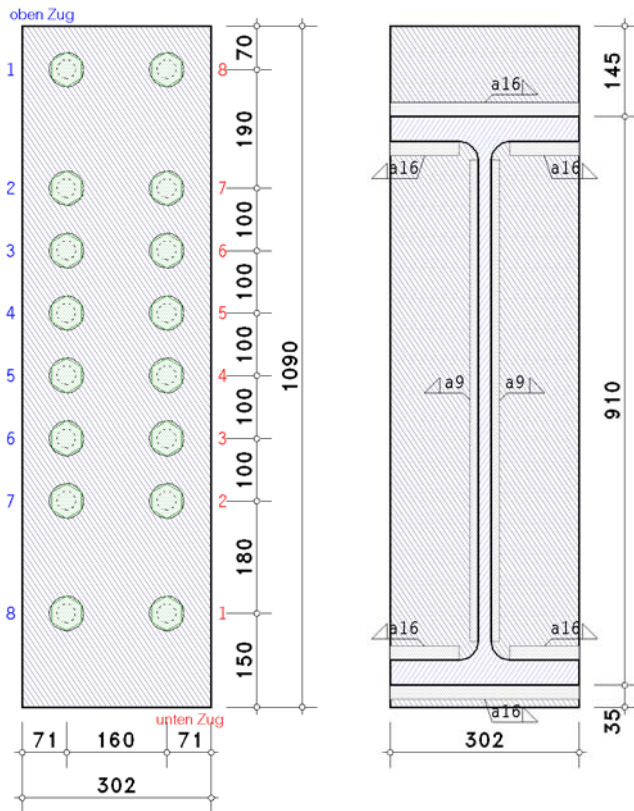
$w = 160$ mm

Kehlnähte: $a_f = 16$ mm, $a_w = 9$ mm

Biegesteifer Trägerstoß



Details



Komponentenmethode

Hinweise

Der Nachweis der Verbindung nach EC 3-1-8 erfolgt ohne Berücksichtigung der Vorspannkkräfte.

Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.

Die Schweißnähte werden bei Ermittlung der T-Stummel-Tragfähigkeit nicht berücksichtigt.

Die vereinfachte Berechnung der Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt alle Schraubenreihen.

Lk 1: Biegemoment (oben Zug) + Querkraft

Querschnittstragfähigkeit

plastisches Grenzmoment: $M_{pI,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biegetragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$h_1 = 965.0 \text{ mm}$, $h_2 = 775.0 \text{ mm}$, $h_3 = 675.0 \text{ mm}$, $h_4 = 575.0 \text{ mm}$, $h_5 = 475.0 \text{ mm}$, $h_6 = 375.0 \text{ mm}$, $h_7 = 275.0 \text{ mm}$
 $h_8 = 95.0 \text{ mm}$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 580.2 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 562.9 \text{ kN}$

Reihe 4: $F_{tr,Rd} = 479.5 \text{ kN}$

Reihe 5: $F_{tr,Rd} = 396.1 \text{ kN}$

Reihe 6: $F_{tr,Rd} = 312.7 \text{ kN}$

Reihe 7: $F_{tr,Rd} = 229.3 \text{ kN}$

Reihe 8: $F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$

$\Sigma F_{tr,Rd} = 3286.2 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche

$F_{c,Rd} = 3901.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 2092.4 \text{ kNm}$

Zugtragfähigkeit

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 4580.1 \text{ kN}$

Drucktragfähigkeit

$$N_{j,c,Rd} = F_{c,Rd} = 3901.0 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 2: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 3: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 4: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 5: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 6: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 7: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 8: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

$$\text{Blech: } V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Schweißnähte: } F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

$$\text{Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: } V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

plastische Schubtragfähigkeit

$$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y/3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN} \text{ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')}$$

Gesamt

$$M_{j,Rd} = 2092.4 \text{ kNm} \quad N_{j,t,Rd} = 4580.1 \text{ kN} \quad N_{j,c,Rd} = 3901.0 \text{ kN} \quad V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN} \quad V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$$

Rotationssteifigkeit

Steifigkeitskoeffizienten

äquivalenter Steifigkeitskoeffizient für 8 Zug-Schraubenreihen:

$$1: k_5 = 47.22 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,1} = 1 / \Sigma(1/k_{i,1}) = 6.009 \text{ mm}$$

$$2: k_5 = 68.22 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,2} = 1 / \Sigma(1/k_{i,2}) = 6.520 \text{ mm}$$

$$3: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,3} = 1 / \Sigma(1/k_{i,3}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$4: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,4} = 1 / \Sigma(1/k_{i,4}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$5: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,5} = 1 / \Sigma(1/k_{i,5}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$6: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,6} = 1 / \Sigma(1/k_{i,6}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$7: k_5 = 58.79 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,7} = 1 / \Sigma(1/k_{i,7}) = 6.326 \text{ mm}$$

$$8: k_5 = 99.41 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,8} = 1 / \Sigma(1/k_{i,8}) = 6.936 \text{ mm}$$

$$k_{eq} = \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r) / z_{eq} = 35.995 \text{ mm}, \quad z_{eq} = \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r^2) / \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r) = 665.0 \text{ mm}$$

Rotationssteifigkeit

$$\text{Anfangsrotationssteifigkeit: } S_{j,ini} = (E \cdot z^2) / \Sigma(1/k_i) = 3342697.8 \text{ kNm/rad}, \quad z = z_{eq} = 665.0 \text{ mm}, \quad \Sigma(1/k_i) = 0.028 \text{ mm}^{-1}$$

$$I_{Mj,Edl} = 1.00 \text{ kNm} \leq 2/3 M_{j,Rd} = 1394.9 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = 1$$

$$\text{Rotationssteifigkeit: } S_{j,Rd} = S_{j,ini} / \mu = 3342697.8 \text{ kNm/rad}$$

$$\text{Verdrehung: } \varphi_{j,Ed} = M_{j,Ed} / S_{j,Rd} = 0.000^\circ$$

Lk 2: Biegemoment (unten Zug) + Querkraft
--

Querschnittstragfähigkeit

$$\text{plastisches Grenzmoment: } M_{pl,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$$

Anschlussstragfähigkeit

Biegetragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$$h_1 = 775.0 \text{ mm}, \quad h_2 = 595.0 \text{ mm}, \quad h_3 = 495.0 \text{ mm}, \quad h_4 = 395.0 \text{ mm}, \quad h_5 = 295.0 \text{ mm}, \quad h_6 = 195.0 \text{ mm}, \quad h_7 = 95.0 \text{ mm}$$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 2: } F_{tr,Rd} = 496.2 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 3: } F_{tr,Rd} = 412.8 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 4: } F_{tr,Rd} = 329.4 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 5: } F_{tr,Rd} = 246.0 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 6: } F_{tr,Rd} = 162.6 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 7: } F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{tr,Rd} = 2372.4 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Flansche

$$F_{c,Rd} = 3901.0 \text{ kN}$$

Biegetragfähigkeit

$$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 1242.3 \text{ kNm}$$

Zugtragfähigkeit

$$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 3836.8 \text{ kN}$$

Drucktragfähigkeit

$$N_{j,c,Rd} = F_{c,Rd} = 3901.0 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 2: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 3: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 4: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 5: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 6: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 7: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 8: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

$$\text{Blech: } V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Schweißnähte: } F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

$$\text{Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: } V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

plastische Schubtragfähigkeit

$$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y / 3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN} \text{ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')}$$

Gesamt

$$M_{j,Rd} = 1242.3 \text{ kNm} \quad N_{j,t,Rd} = 3836.8 \text{ kN} \quad N_{j,c,Rd} = 3901.0 \text{ kN} \quad V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN} \quad V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$$

Rotationssteifigkeit

Steifigkeitskoeffizienten

äquivalenter Steifigkeitskoeffizient für 7 Zug-Schraubenreihen:

$$1: k_5 = 99.41 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,1} = 1 / \Sigma(1/k_{i,1}) = 6.936 \text{ mm}$$

$$2: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,2} = 1 / \Sigma(1/k_{i,2}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$3: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,3} = 1 / \Sigma(1/k_{i,3}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$4: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,4} = 1 / \Sigma(1/k_{i,4}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$5: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,5} = 1 / \Sigma(1/k_{i,5}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$6: k_5 = 27.60 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,6} = 1 / \Sigma(1/k_{i,6}) = 5.088 \text{ mm}$$

$$7: k_5 = 68.22 \text{ mm}, k_{10} = 8.06 \text{ mm} \Rightarrow k_{eff,7} = 1 / \Sigma(1/k_{i,7}) = 6.520 \text{ mm}$$

$$k_{eq} = \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r) / z_{eq} = 29.578 \text{ mm}, \quad z_{eq} = \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r^2) / \Sigma(k_{eff,r} \cdot h_r) = 542.4 \text{ mm}$$

Rotationssteifigkeit

$$\text{Anfangsrotationssteifigkeit: } S_{j,ini} = (E \cdot z^2) / \Sigma(1/k_i) = 1827702.7 \text{ kNm/rad}, \quad z = z_{eq} = 542.4 \text{ mm}, \quad \Sigma(1/k_i) = 0.034 \text{ mm}^{-1}$$

$$I_{Mj,Ed} = 1.00 \text{ kNm} \leq 2/3 M_{j,Rd} = 828.2 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = 1$$

$$\text{Rotationssteifigkeit: } S_{j,Rd} = S_{j,ini} / \mu = 1827702.7 \text{ kNm/rad}$$

$$\text{Verdrehung: } \varphi_{j,Ed} = M_{j,Ed} / S_{j,Rd} = 0.000^\circ$$

Lk 3: Zugkraft + Biegemoment (oben Zug) + Querkraft

Querschnittstragfähigkeit

$$\text{plastisches Grenzmoment: } M_{pl,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Zugtragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$$h_1 = 965.0 \text{ mm}, \quad h_2 = 775.0 \text{ mm}, \quad h_3 = 675.0 \text{ mm}, \quad h_4 = 575.0 \text{ mm}, \quad h_5 = 475.0 \text{ mm}, \quad h_6 = 375.0 \text{ mm}, \quad h_7 = 275.0 \text{ mm}$$

$$h_8 = 95.0 \text{ mm}$$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$$



Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$
Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 562.9 \text{ kN}$
Reihe 4: $F_{tr,Rd} = 479.5 \text{ kN}$
Reihe 5: $F_{tr,Rd} = 396.1 \text{ kN}$
Reihe 6: $F_{tr,Rd} = 312.7 \text{ kN}$
Reihe 7: $F_{tr,Rd} = 229.3 \text{ kN}$
Reihe 8: $F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$
 $\Sigma F_{tr,Rd} = 2706.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 1532.5 \text{ kNm}$

Zugtragfähigkeit

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 3999.8 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 3: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 4: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 5: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 6: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 7: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 8: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
 $\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

Blech: $V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Schweißnähte: $F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit

$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y/3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 1532.5 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 3999.8 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Lk 4: Zugkraft + Biegemoment (unten Zug) + Querkraft

Querschnittstragfähigkeit

plastisches Grenzmoment: $M_{pl,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Zugtragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$h_1 = 775.0 \text{ mm}$, $h_2 = 595.0 \text{ mm}$, $h_3 = 495.0 \text{ mm}$, $h_4 = 395.0 \text{ mm}$, $h_5 = 295.0 \text{ mm}$, $h_6 = 195.0 \text{ mm}$, $h_7 = 95.0 \text{ mm}$
 $h_8 = -95.0 \text{ mm}$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$
Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 496.2 \text{ kN}$
Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 412.8 \text{ kN}$
Reihe 4: $F_{tr,Rd} = 329.4 \text{ kN}$
Reihe 5: $F_{tr,Rd} = 246.0 \text{ kN}$
Reihe 6: $F_{tr,Rd} = 162.6 \text{ kN}$
Reihe 7: $F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$
Reihe 8: $F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$
 $\Sigma F_{tr,Rd} = 2372.4 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit



$$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 1242.3 \text{ kNm} \text{ für } h_r \geq 0$$

Zugtragfähigkeit

$$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 3836.8 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 2: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 3: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 4: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 5: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 6: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 7: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 8: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

$$\text{Blech: } V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Schweißnähte: } F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

$$\text{Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: } V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

plastische Schubtragfähigkeit

$$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y/3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN} \text{ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')}$$

Gesamt

$$M_{j,Rd} = 1242.3 \text{ kNm} \quad N_{j,t,Rd} = 3836.8 \text{ kN} \quad V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN} \quad V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Lk 5: Druckkraft + Biegemoment (oben Zug)

Querschnittstragfähigkeit

$$\text{plastisches Grenzmoment: } M_{pl,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Drucktragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$$h_1 = 965.0 \text{ mm}, \quad h_2 = 775.0 \text{ mm}, \quad h_3 = 675.0 \text{ mm}, \quad h_4 = 575.0 \text{ mm}, \quad h_5 = 475.0 \text{ mm}, \quad h_6 = 375.0 \text{ mm}, \quad h_7 = 275.0 \text{ mm}$$

$$h_8 = 95.0 \text{ mm}$$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{tr,Rd} = 580.2 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 2: } F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 3: } F_{tr,Rd} = 562.9 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 4: } F_{tr,Rd} = 479.5 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 5: } F_{tr,Rd} = 396.1 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 6: } F_{tr,Rd} = 312.7 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 7: } F_{tr,Rd} = 229.3 \text{ kN}$$

$$\text{Reihe 8: } F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_{tr,Rd} = 3286.2 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Flansche

$$\Sigma F_{c,Rd} = 3901.0 + 3901.0 = 7802.0 \text{ kN}$$

Biegetragfähigkeit

$$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 2092.4 \text{ kNm}$$

Drucktragfähigkeit

$$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd} = 7802.0 \text{ kN}$$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

$$\text{Reihe 1: } F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$$



Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 3: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 4: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 5: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 6: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 7: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Reihe 8: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
 $\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

Blech: $V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$

Schweißnähte: $F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit

$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y/3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 2092.4 \text{ kNm}$ $N_{j,c,Rd} = 7802.0 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Lk 6: Druckkraft + Biegemoment (unten Zug)
--

Querschnittstragfähigkeit

plastisches Grenzmoment: $M_{pl,N,Q} = 3403.58 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Drucktragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt:

$h_1 = 775.0 \text{ mm}$, $h_2 = 595.0 \text{ mm}$, $h_3 = 495.0 \text{ mm}$, $h_4 = 395.0 \text{ mm}$, $h_5 = 295.0 \text{ mm}$, $h_6 = 195.0 \text{ mm}$, $h_7 = 95.0 \text{ mm}$

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1: $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{tr,Rd} = 496.2 \text{ kN}$

Reihe 3: $F_{tr,Rd} = 412.8 \text{ kN}$

Reihe 4: $F_{tr,Rd} = 329.4 \text{ kN}$

Reihe 5: $F_{tr,Rd} = 246.0 \text{ kN}$

Reihe 6: $F_{tr,Rd} = 162.6 \text{ kN}$

Reihe 7: $F_{tr,Rd} = 79.2 \text{ kN}$

$\Sigma F_{tr,Rd} = 2372.4 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche

$\Sigma F_{c,Rd} = 3901.0 + 3901.0 = 7802.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma (F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 1242.3 \text{ kNm}$

Drucktragfähigkeit

$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd} = 7802.0 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 2: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 3: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 4: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 5: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 6: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 7: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

Reihe 8: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$

$\Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 1240.8 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs

$$\text{Blech: } V_{ep,Rd} = 4178.86 \text{ kN}$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Schweißnähte: } F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

$$\text{Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: } V_{ep,Rd} = F_{w,Rd} = 2880.75 \text{ kN}$$

plastische Schubtragfähigkeit

$$V_{pl,Rd} = 0.5 \cdot A_v \cdot (f_y/3^{1/2}) / \gamma_{M0} = 1454.6 \text{ kN} \text{ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')}$$

Gesamt

$$M_{j,Rd} = 1242.3 \text{ kNm} \quad N_{j,c,Rd} = 7802.0 \text{ kN} \quad V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kN} \quad V_{pl,Rd} = 1454.6 \text{ kN} \quad V_{ep,Rd} = 2880.7 \text{ kN}$$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Endergebnis

Anfangssteifigkeit:	$S_{j,ini} = 3342.7 \text{ MNm/rad}$
Momententragfähigkeit (M+):	$M_{j1,Rd} = 2092.4 \text{ kNm}$
Momententragfähigkeit (M-):	$M_{j2,Rd} = 1242.3 \text{ kNm}$
Zugtragfähigkeit:	$N_{jt,Rd} = 3836.8 \text{ kNm}$
Drucktragfähigkeit:	$N_{jc,Rd} = 7802.0 \text{ kNm}$
Querkrafttragfähigkeit:	$V_{j,Rd} = 1240.8 \text{ kNm}$
Momententragfähigkeit des Trägerquerschnitts:	$M_{c,Rd} = 3403.6 \text{ kNm}$