

POS. 6: 4 SCHRAUBEN

Typisierter IM-Anschluss

Momententrägfähiger 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).

Verbindungen mit 4 Schrauben je Reihe werden nach dem AIF-Forschungsbericht Nr. 15059 bemessen.

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

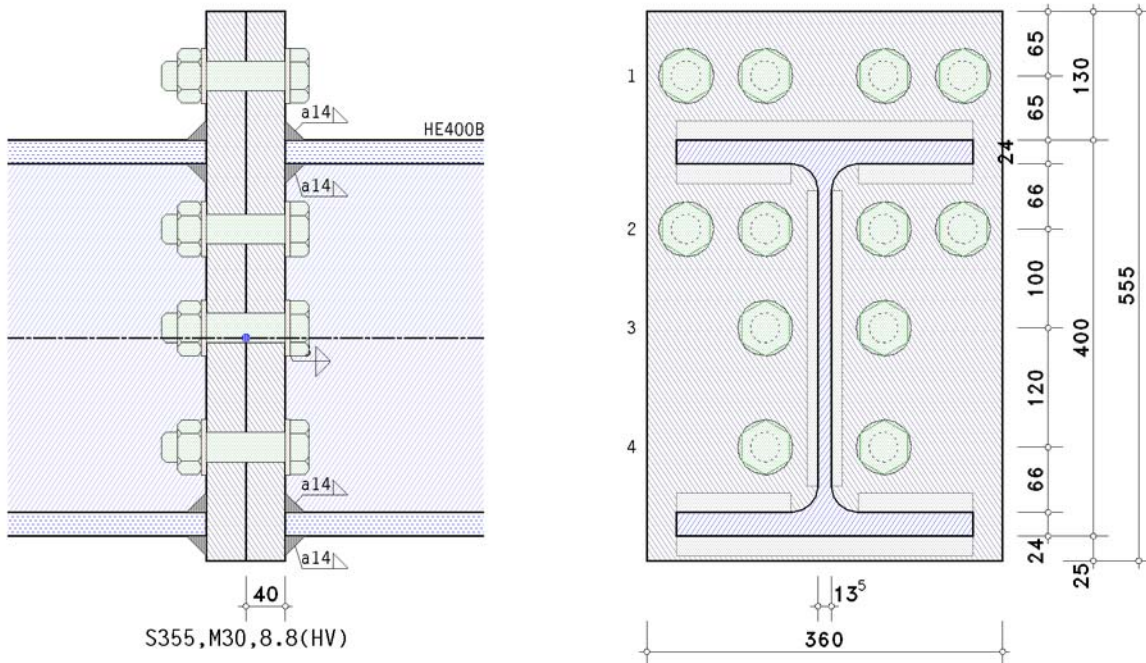
Trägerstoß, Stahlgüte S355, Festigkeitsklasse der Schrauben 8.8

41291: Trägerprofil HEB400, Schraubengröße M30, Anschluss mit 4 und 2 Schrauben je Reihe

Stirnplatte: $t_p = 40$ mm, $b_p = 360$ mm, $h_p = 555$ mm, $e_1 = 65$ mm, $p_{1,1} = 155$ mm, $p_{1,2} = 100$ mm
 $p_{1,3} = 120$ mm, $u_1 = 130$ mm, $w = 120$ mm, $p_2 = 80$ mm

Kehlnähte: $a_r = 14$ mm, $a_w = 8$ mm

Biegesteifer Trägerstoß



Lk 1: Biegemoment (oben Zug) + Querkraft

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44$ kNm

Anschlussstragfähigkeit

Biegetragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 453.0$ mm): $F_{tr,Rd} = 1180.2$ kN

Reihe 2 ($h_r = 298.0$ mm): $F_{tr,Rd} = 1127.0$ kN

Reihe 3 ($h_r = 198.0$ mm): $F_{tr,Rd} = 646.3$ kN

Reihe 4 ($h_r = 78.0$ mm): $F_{tr,Rd} = 97.9$ kN

Tragfähigkeit der Flansche

$F_{c,Rd} = 3051.5$ kN

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \sum(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 1006.1$ kNm

$N_{j,t,Rd} = \sum F_{tr,Rd} = 3599.8$ kN

$N_{j,c,Rd} = F_{c,Rd} = 3051.5$ 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: $F_{vr,Rd} = 155.1 \text{ kN}$
Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit
 $V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$
plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 1006.1 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 3599.8 \text{ kN}$ $N_{j,c,Rd} = 3051.5 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Anfangsrotationssteifigkeit: $S_{j,ini} = (E \cdot z^2) / \Sigma(1/k_i) = 841850.5 \text{ kNm/rad}$, $\Sigma(1/k_i) = 0.030 \text{ mm}^{-1}$
 $IM_{j,Ed} = 1.00 \text{ kNm} \leq 2/3 M_{j,Rd} = 670.7 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = 1$
Rotationssteifigkeit: $S_{j,Rd} = S_{j,ini} / \mu = 841850.5 \text{ kNm/rad}$
Verdrehung: $\varphi_{j,Ed} = M_{j,Ed} / S_{j,Rd} = 0.000^\circ$

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

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biegetragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 298.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 2 ($h_r = 178.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 386.0 \text{ kN}$

Reihe 3 ($h_r = 78.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 169.2 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche

$F_{c,Rd} = 3051.5 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 274.5 \text{ kNm}$

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 1938.8 \text{ kN}$

$N_{j,c,Rd} = F_{c,Rd} = 3051.5 \text{ kN}$

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

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 274.5 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 1938.8 \text{ kN}$ $N_{j,c,Rd} = 3051.5 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Anfangsrotationssteifigkeit: $S_{j,ini} = (E \cdot z^2) / \Sigma(1/k_i) = 190828.4 \text{ kNm/rad}$, $\Sigma(1/k_i) = 0.059 \text{ mm}^{-1}$
 $IM_{j,Ed} = 1.00 \text{ kNm} \leq 2/3 M_{j,Rd} = 183.0 \text{ kNm} \Rightarrow \mu = 1$
Rotationssteifigkeit: $S_{j,Rd} = S_{j,ini} / \mu = 190828.4 \text{ kNm/rad}$
Verdrehung: $\varphi_{j,Ed} = M_{j,Ed} / S_{j,Rd} = 0.000^\circ$

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Zugtragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 453.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

Reihe 2 ($h_r = 298.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 3 ($h_r = 198.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 429.4 \text{ kN}$

Reihe 4 ($h_r = 78.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 169.2 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 290.8 \text{ kNm}$

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 1938.8 \text{ kN}$

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

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 290.8 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 1938.8 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Zugtragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 298.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 2 ($h_r = 178.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 386.0 \text{ kN}$

Reihe 3 ($h_r = 78.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 169.2 \text{ kN}$

Reihe 4 ($h_r = -77.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 0.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 274.5 \text{ kNm}$ für $h_r \geq 0$

$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^* = 1938.8 \text{ kN}$

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

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 274.5 \text{ kNm}$ $N_{j,t,Rd} = 1938.8 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Lk 5: Druckkraft + Biegemoment (oben Zug)

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Drucktragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 453.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 2 ($h_r = 298.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 425.1 \text{ kN}$

Reihe 3 ($h_r = 198.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 282.5 \text{ kN}$

Reihe 4 ($h_r = 78.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 111.3 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche

$\Sigma F_{c,Rd} = 3051.5 + 3051.5 = 6103.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 484.1 \text{ kNm}$

$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd} = 6103.0 \text{ kN}$

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

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 484.1 \text{ kNm}$ $N_{j,c,Rd} = 6103.0 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Lk 6: Druckkraft + Biegemoment (unten Zug)

Querschnittstragfähigkeit

$M_{pl,N,Q} = 1130.44 \text{ kNm}$

Anschlussstragfähigkeit

Biege-/Drucktragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe

Reihe 1 ($h_r = 298.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 646.3 \text{ kN}$

Reihe 2 ($h_r = 178.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 386.0 \text{ kN}$

Reihe 3 ($h_r = 78.0 \text{ mm}$): $F_{tr,Rd} = 169.2 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Flansche

$\Sigma F_{c,Rd} = 3051.5 + 3051.5 = 6103.0 \text{ kN}$

Biegetragfähigkeit

$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r) = 274.5 \text{ kNm}$

$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd} = 6103.0 \text{ kN}$

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

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd} = 620.4 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit

Schubtragfähigkeit des Stirnblechs: $V_{ep,Rd} = 1199.00 \text{ kN}$

plastische Schubtragfähigkeit $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ (Bedingung, s. 'Typisierte Anschlüsse')

Gesamt

$M_{j,Rd} = 274.5 \text{ kNm}$ $N_{j,c,Rd} = 6103.0 \text{ kN}$ $V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kN}$ $V_{pl,Rd} = 717.1 \text{ kN}$ $V_{ep,Rd} = 1199.0 \text{ kN}$

Rotationssteifigkeit

Die Rotationssteifigkeit wird nur für biegebeanspruchte Verbindungen ermittelt !!

Endergebnis

Anfangssteifigkeit:	$S_{j,ini} = 841.9 \text{ MNm/rad}$
Momententragfähigkeit (M+):	$M_{j1,Rd} = 1006.1 \text{ kNm}$
Momententragfähigkeit (M-):	$M_{j2,Rd} = 274.5 \text{ kNm}$
Zugtragfähigkeit:	$N_{jt,Rd} = 1938.8 \text{ kNm}$
Drucktragfähigkeit:	$N_{jc,Rd} = 6103.0 \text{ kNm}$
Querkrafttragfähigkeit:	$V_{j,Rd} = 620.4 \text{ kNm}$
Momententragfähigkeit des Trägerquerschnitts:	$M_{c,Rd} = 1130.4 \text{ kNm}$