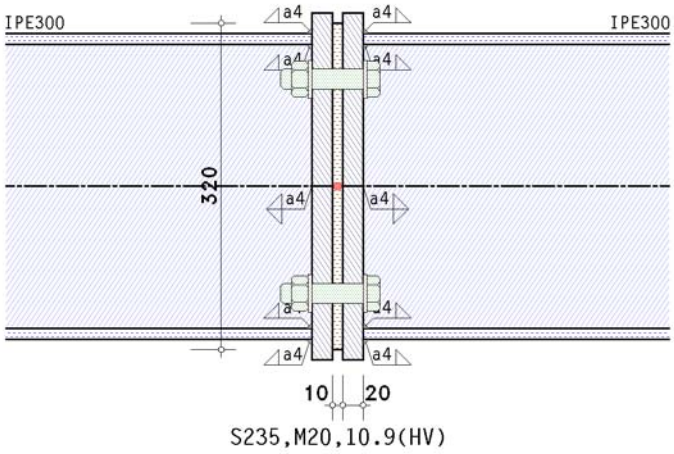
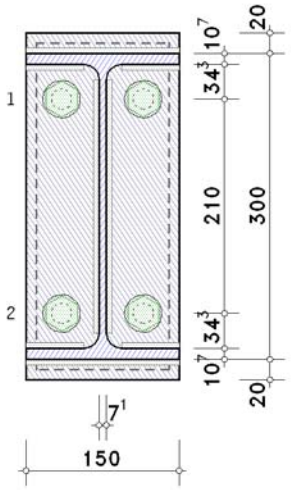
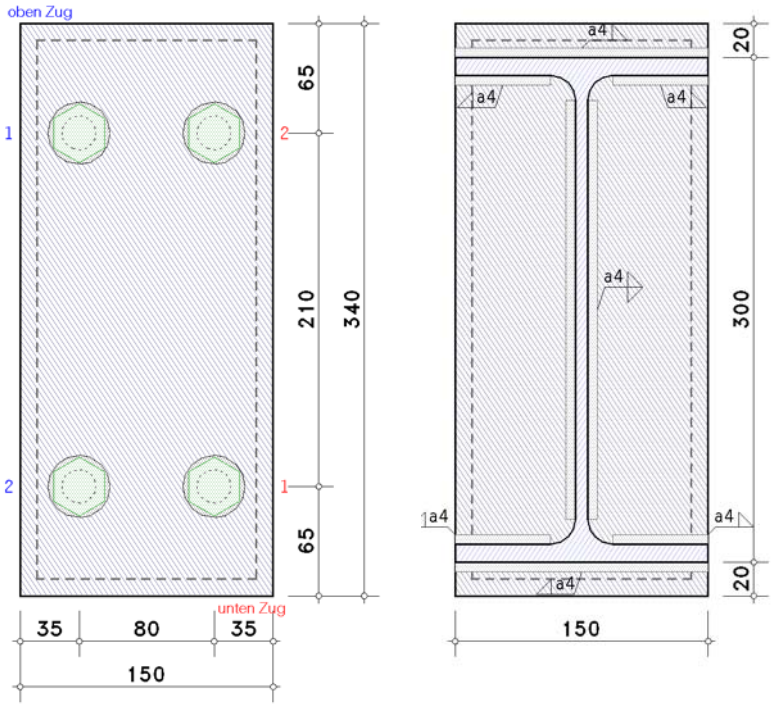
Biegestoß mit thermischer Trennschicht EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland 4H-EC3TT Version: 3/2016-2r

1. Eingabeprotokoll





Details



Stahlsorte
Stahlgüte S235
Schrauben
Festigkeitsklasse 10.9, Schraubengröße M20
große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (s. Parameter zur thermischen Trennschicht)
Schaft in der Scherfuge
Parameter des Trägers
Profil IPE300
Nachweisparameter
geschraubter Stirnblechanschluss:
Stirnblech: Dicke t_p = 20.0 mm, Breite b_p = 150.0 mm, Länge l_p = 340.0 mm
Überstände $h_{p,o}$ = 20.0 mm, $h_{p,u}$ = 20.0 mm
thermische Trennschicht (nach Art des Kerncompactlagers der Calenberg Ingenieure GmbH):
Dicke t_e = 10.0 mm, Breite b_e = 130.0 mm, Länge l_e = 320.0 mm
Randabstand $ü_e$ = 10.0 mm, Materialsicherheit γ_e = 1.00, Vorspannkraft je Schraube $F_{p,C}$ = 80.0 kN
Schrauben im Anschluss:
2 Schraubenreihen mit je 2 Schrauben
alle Schraubenreihen einzeln betrachtet
alle Schraubenreihen zur Querkraftübertragung (Reihen 1-2)
Schraubengruppen automatisch bilden, Berücks. der maßgebenden Gruppe

Achsabstand der Schrauben zum seitlichen Rand des Stirnblechs e_2 = 35.0 mm
Achsabstand der ersten Schraubenreihe zum oberen Rand des Stirnblechs (Endreihe) e_o = 65.0 mm
Achsabstand der letzten Schraubenreihe zum unteren Rand des Stirnblechs (Endreihe) e_u = 65.0 mm
Achsabstand der Schraubenreihen voneinander p_{1-2} = 210.0 mm

Schweißnähte im Anschluss:
Trägerflansch oben: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Trägersteg: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm
Trägerflansch unten: Kehlnaht, Nahtdicke a = 4.0 mm

Schnittgrößen im Schnittpunkt der Systemachsen

Lk 1: Nr.8
$N_{j,b,Ed}$ = -28.00 kN $M_{j,b,Ed}$ = 42.00 kNm

Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung γ_{M2} = 1.25

Hinweise
Der Nachweis der Verbindung nach EC 3-1-8 erfolgt ohne Berücksichtigung der Vorspannkräfte.
Verbindungen können jedoch mit vorgespannten HV-Schrauben ausgeführt werden.
Die Querschnittsprofile werden nicht nachgewiesen.

Datencheck

ok

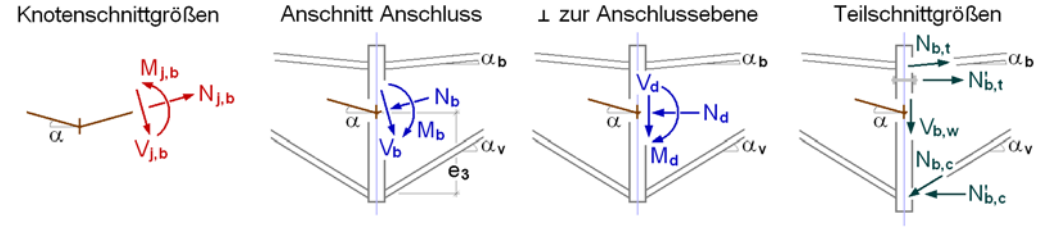
Schraubenabstände am Stirnblech

horizontal:	e_2 = 35.0 mm > 1.2·d_0 = 26.4 mm,	e_2 = 35.0 mm < 4·t + 40 mm = 120.0 mm
horizontal:	p_2 = 80.0 mm > 2.4·d_0 = 52.8 mm,	p_2 = 80.0 mm < min(14·t, 200 mm) = 200.0 mm
oben-unten:	e_1 = 65.0 mm > 1.2·d_0 = 26.4 mm,	e_1 = 65.0 mm < 4·t + 40 mm = 120.0 mm
oben-unten:	p_1 = 210.0 mm > 2.2·d_0 = 48.4 mm,	p_1 = 210.0 mm > min(14·t, 200 mm) = 200.0 mm !!
oben-unten:	e_1 = 65.0 mm > 1.2·d_0 = 26.4 mm,	e_1 = 65.0 mm < 4·t + 40 mm = 120.0 mm

Maximale Rand- und Lochabstände sollten zur Vermeidung von Korrosion sowie zur Verhinderung lokalen Beulens eingehalten werden.

2. Lk 1: Nr.8

2.1. Bemessungsgrößen



Neigungswinkel: $\alpha_b = \alpha = \alpha_v = 0°$

Schnittgrößen senkrecht zu den Anschlussebenen

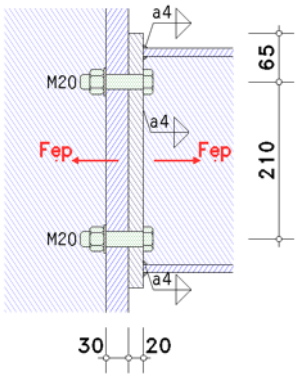
Anschnitt Träger
N_d = 28.00 kN, M_d = -42.00 kNm
negatives Biegemoment M_d ⇒ Modell wird gespiegelt
N_d = 28.00 kN, M_d = 42.00 kNm

Teilschnittgrößen bezogen auf das gespiegelte Modell

Schnittgrößen im Anschnitt Stirnblech-Träger: $M'_d = M_d - V_d \cdot t_p$ = 42.00 kNm
$N_{b,t} = -N_d \cdot z_{bu}/z_b + M'_d/z_b$ = 131.18 kN, z_b = 289.3 mm, z_{bu} = 144.6 mm
$N_{b,c} = N_d \cdot z_{bo}/z_b + M'_d/z_b$ = 159.18 kN, z_b = 289.3 mm, z_{bo} = 144.6 mm

2.2. Grundkomponenten

2.2.1. Gk 5: Stirnblech mit Biegung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Teil des Stirnblechs zwischen den Trägerflanschen
Äquivalenter T-Stummelflansch (jede einzelne Schraubenreihe):
hier: Anzahl Schraubenreihen $n_b = 1$

Reihe 1

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 188.8$ mm, $l_{eff,cp} = 200.6$ mm

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 188.8$ mm

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 4.44$ kNm

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.40$ kN, $k_2 = 0.90$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.80$ kN

$L_b = 68.8$ mm > 46.5 mm = L_b^* $\Rightarrow$ keine Abstützkräfte !

Modus 1 und 2: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs ggf. gleichzeitig mit Schraubenversagen

$F_{T,1\text{-}2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 277.91$ kN

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.80$ kN

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1\text{-}2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 277.91$ kN

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0$ N/mm²

Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 384.42$ kN ($\geq$ 277.91 kN, nicht maßgebend)

Reihe 2

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 188.8$ mm, $l_{eff,cp} = 200.6$ mm

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 188.8$ mm

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 4.44$ kNm

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.40$ kN, $k_2 = 0.90$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 352.80$ kN

$L_b = 68.8$ mm > 46.5 mm = L_b^* $\Rightarrow$ keine Abstützkräfte !

Modus 1 und 2: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs ggf. gleichzeitig mit Schraubenversagen

$F_{T,1\text{-}2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 277.91$ kN

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 352.80$ kN

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1\text{-}2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 277.91$ kN

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0$ N/mm²

Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 384.42$ kN ($\geq$ 277.91 kN, nicht maßgebend)

Tragfähigkeiten und effektive Längen eines Stirnblechs mit Biegung (je Schraubenreihe):

$F_{ep,Rd,1} = 277.91$ kN, $l_{eff,1} = 188.8$ mm

$F_{ep,Rd,2} = 277.91$ kN, $l_{eff,2} = 188.8$ mm

Äquivalenter T-Stummelflansch (Schraubengruppe 1):
hier: Anzahl Schraubenreihen $n_b = 2$ (R1+R2)

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stirnblech):

für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = \min(\Sigma l_{eff,nc}, \Sigma l_{eff,cp}) = 416.1$ mm, $\Sigma l_{eff,cp} = 620.6$ mm

für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc} = 416.1$ mm

Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:

für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 9.78$ kNm

$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.40$ kN, $k_2 = 0.90$

für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 705.60$ kN

$L_b = 68.8$ mm > 42.1 mm = L_b^* $\Rightarrow$ keine Abstützkräfte !

Modus 1 und 2: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs ggf. gleichzeitig mit Schraubenversagen

$F_{T,1\text{-}2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 612.58$ kN

Modus 3: Schraubenversagen

$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 705.60$ kN

Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1\text{-}2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 612.58$ kN

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.0$ N/mm²

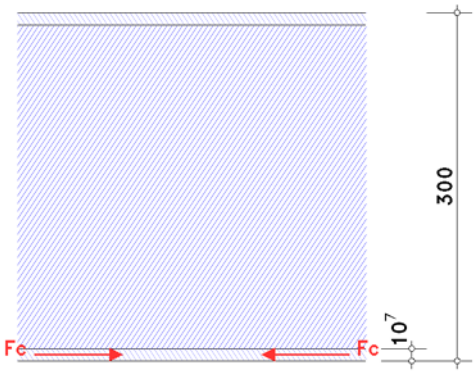
Zugtragfähigkeit der Schweißnähte: $F_{T,w,Rd} = 2^{1/2} \cdot f_{1w,d} \cdot a \cdot l_{eff} = 847.35$ kN ($\geq$ 612.58 kN, nicht maßgebend)

Tragfähigkeit und effektive Länge eines Stirnblechs mit Biegung (maßgebende Schraubengruppe)

$F_{t,ep,Rd}$ = 612.58 kN, Σl_{eff} = 416.1 mm, 2 Reihen

2.2.2. Gk 7: Trägerflansch und -steg mit Druckbeanspruchung

Flansch unten: Q-Klasse 1
Steg: Q-Klasse 1
Gesamt: Q-Klasse 1
Querschnittsklasse des Trägers: 1

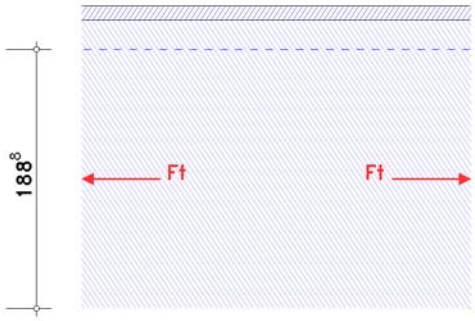


In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Tragfähigkeit $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = (W_{pl} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 147.65 kNm, W_{pl} = 628.29 cm³
Tragfähigkeit eines Flanschs (und Stegs) mit Druck
$F_{c,f,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_f)$ = 510.36 kN

Tragfähigkeit des oberen Trägerflanschs:
Tragfähigkeit $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = (W_{pl} \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 147.65 kNm, W_{pl} = 628.29 cm³
Tragfähigkeit eines Flanschs (und Stegs) mit Druck
$F_{c,f,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_f)$ = 510.36 kN

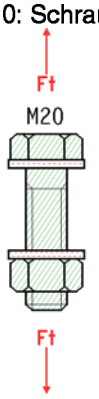
2.2.3. Gk 8: Trägersteg mit Zugbeanspruchung



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Für jede einzelne Schraubenreihe:
Reihe 1
wirksame Breite $b_{eff,t,wb}$ = 188.8 mm (l_{eff} aus Gk 5)
Tragfähigkeit eines Trägerstegs mit Zugbeanspruchung
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ = 315.0 kN
Reihe 2
wirksame Breite $b_{eff,t,wb}$ = 188.8 mm (l_{eff} aus Gk 5)
Tragfähigkeit eines Trägerstegs mit Zugbeanspruchung
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ = 315.0 kN
Für eine Gruppe von Schraubenreihen maßgebend:
wirksame Breite $b_{eff,t,wb}$ = 416.1 mm (l_{eff} aus Gk 5)
Tragfähigkeit eines Trägerstegs mit Zugbeanspruchung
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb} / \gamma_{M0}$ = 694.2 kN

2.2.4. Gk 10: Schrauben mit Zugbeanspruchung

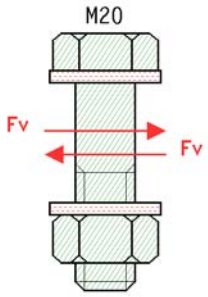


In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Zugtragfähigkeit einer Schraube $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 176.40$ kN, $k_2 = 0.90$
Durchstanztragfähigkeit $B_{p,Rd} = (0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u)) / \gamma_{M2} = 363.88$ kN, $t_p = 20.0$ mm
Zug-/Durchstanztragfähigkeit für 2 Schrauben: $\Sigma F_{tp,Rd} = 2 \cdot \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd}) = 352.80$ kN

2.2.5. Gk 11: Schrauben mit Abscherbeanspruchung

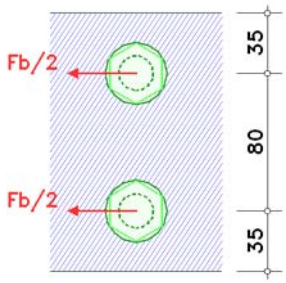
In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.



Abschertragfähigkeit je Scherfuge $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 150.80$ kN, $\alpha_v = 0.60$
Abschertragfähigkeit für 2 Schrauben (1-schnittig): $\Sigma F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 301.59$ kN

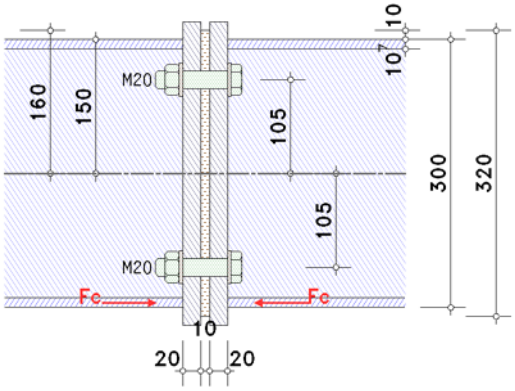
2.2.6. Gk 12: Blech mit Lochleibungsbeanspruchung

In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.



Reihe 1
Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 288.00$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 1.00$
Schraube 2: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 288.00$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 1.00$
Lochleibungstragfähigkeit für 1x2 Schrauben: $\Sigma F_{b,Rd} = 576.00$ kN
Reihe 2
Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 288.00$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 1.00$
Schraube 2: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 288.00$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 1.00$
Lochleibungstragfähigkeit für 1x2 Schrauben: $\Sigma F_{b,Rd} = 576.00$ kN
Lochleibungstragfähigkeiten (2 Reihen)
$\Sigma F_{b,Rd,1} = 576.00$ kN
$\Sigma F_{b,Rd,2} = 576.00$ kN

2.2.7. Gk 15: Stirnblech mit thermischer Trennschicht



In der Skizze sind nur die wesentlichen Abmessungen maßstäblich angegeben. Die Geometrie des Anschlusses ist nur angedeutet.

Die Berechnung erfolgt für Baulager nach Art des Kerncompactlagers der Calenberg Ingenieure GmbH.
Das Berechnungsverfahren gilt ebenso für den Anschluss eines Stahlträgers an eine Stahlbetonstütze.
Die Schrauben werden mit dem Gewinde in der Scherfuge nachgewiesen.
Bei der Berechnung wird eine Vorspannkraft der Schrauben von $F_{p,C}$ = 80.0 kN berücksichtigt.

effektive Trennschichtlänge h_m = 167.0 mm
mittlere Druckspannung σ_m = 16.67 N/mm²

Nachweis der Trennschicht:

Formfaktor S = 2.861 für 2 Schrauben im Druckbereich
zulässige mittlere Druckspannung $\sigma_{m,zul}$ = 17.21 N/mm²
Auslastung der Trennschicht 0.969 < 1 ok

Tragfähigkeit eines Stirnblechstoßes mit thermischer Trennschicht:

$F_{c,e,Rd} = A_{eff} \cdot f_e / \gamma_{Me}$ = 126.1 kN, A_{eff} = 73.26 cm², $f_e = \sigma_{m,zul}$ = 17.21 N/mm², γ_{Me} = 1.00

2.3. Anschlusstragfähigkeit

2.3.1. Biegetragfähigkeit

Abstand der Zug-Schraubenreihen vom Druckpunkt: h_1 = 249.6 mm, h_2 = 39.6 mm

Tragfähigkeiten nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(6) für Schraubenreihen einzeln betrachtet
maßgebende Grundkomponenten: 5, 8

Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN

Abminderungen nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(8) für Schraubenreihen als Teil einer Gruppe (Stirnblech)
maßgebende Grundkomponenten: 5, 8

Reihe 1: $\Sigma F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN
Gk 5: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,ep,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 612.6 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Gk 8: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,wb,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 694.2 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Reihe 2: $\Sigma F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN (Reihe 1)
Gk 5: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,ep,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 334.7 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Gk 8: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{t,wb,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 416.3 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Zug)

Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
$\Sigma F_{tr,Rd}^{*}$ = 555.8 kN

Abminderungen nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(7)
maßgebende Grundkomponente: 7, 15

Reihe 1: $\Sigma F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN
Gk 7: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,f,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 510.4 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Gk 15: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,e,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN > $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN
Reihe 2: $\Sigma F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN (Reihe 1)
Gk 7: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,f,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 384.3 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN < $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN
Gk 15: $\Delta F_{tr,Rd} = F_{c,e,Rd} - \Sigma F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN $F_{tr,Rd}$ = 277.9 kN > $\Delta F_{tr,Rd}$ ⇒ $F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN

Kontrolle nach EC 3-1-8, 6.2.7.2(9)
maßgebende Grundkomponente: 10

Reihe 1: $F_{tx,Rd}$ = 126.1 kN, h_x = 249.6 mm ⇒ $F_{tx,Rd} \leq \lim F_{tx,Rd}$ = 335.2 kN, keine Abminderung
Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN

Tragfähigkeit je Schraubenreihe (Biegung)

Reihe 1: $F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN
Reihe 2: $F_{tr,Rd}$ = 0.0 kN
$\Sigma F_{tr,Rd}$ = 126.1 kN

Mögliches Versagen durch Grundkomponente 5, 15

Tragfähigkeit der Flansche
$\Sigma F_{c,Rd}^{*}$ = 252.2 kN

Biegetragfähigkeit
$M_{j,Rd} = \Sigma(F_{tr,Rd} \cdot h_r)$ = 31.5 kNm
Zugtragfähigkeit
$N_{j,t,Rd} = \Sigma F_{tr,Rd}^{*}$ = 555.8 kN
Drucktragfähigkeit
$N_{j,c,Rd} = \Sigma F_{c,Rd}^{*}$ = 252.2 kN

2.3.2. Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit

Tragfähigkeit je Schraubenreihe
Reihe 1: $F_{vr,Rd}$ = 224.6 kN
Reihe 2: $F_{vr,Rd}$ = 301.6 kN
$\Sigma F_{vr,Rd}$ = 526.2 kN

Abscher-/Lochleibungstragfähigkeit
$V_{j,Rd} = \Sigma F_{vr,Rd}$ = 526.2 kN

2.3.3. Gesamt

$M_{j,Rd}$ = 31.5 kNm $N_{j,t,Rd}$ = 555.8 kN $N_{j,c,Rd}$ = 252.2 kN $V_{j,Rd}$ = 526.2 kN

2.4. Nachweise

2.4.1. Nachweis der Anschlusstragfähigkeit mit der Komponentenmethode

Normalkraft: $N_{b,Ed} = |N_d|$ = 28.00 kN < 5%·$N_{pl,Rd}$ = 63.23 kN ⇒ Biegetragfähigkeit
Biegemoment: $M_{Ed} = M_d - N_d \cdot z_{bu}$ = 37.95 kNm, z_{bu} = 144.6 mm

$M_{Ed}/M_{j,Rd}$ = 1.205 > 1 **nicht ok !!**

2.4.2. Nachweisergebnis

Maximale Ausnutzung: max U = 1.205 > 1 **nicht ok !!**
Versagen beim Nachweis für Biegung: U = 1.205

3. Endergebnis

Thermische Trennschicht: max U_e = 0.969 < 1 ok
Maximale Ausnutzung: max U = 1.205 > 1 **nicht ok !!**

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

4. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe Dezember 2010

Druckschrift Kerncompactlager, Calenberg Ingenieure GmbH, Salzhemmendorf,
www.calenberg-ingenieure.de