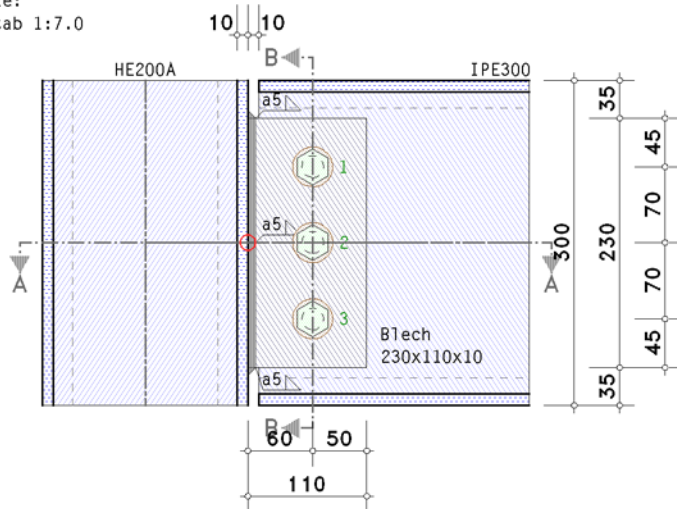


POS. 2: ECCS FAHNENBLECH

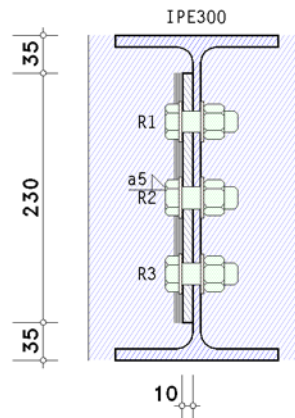
Gelenkiger Trägeranschluss

EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

Stütze:
Maßstab 1:7.0



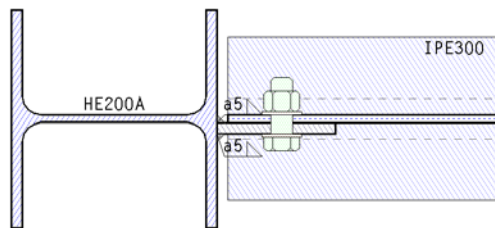
Schnitt B-B:



Stahlgüte S 235
Schrauben M20-8.8

○ Gelenk

Schnitt A-A:



Nebenträgeranschluss mit Fahnenblech, Anschluss an einen Stützenflansch

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Schrauben

Schraube: Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M20

Gewinde liegt in der Scherfuge

Geometrie

Stütze

Profil HE200A

Nebenträger

Profil IPE300

Anschlusskonfiguration

Fahnenblech: Dicke $t_F = 10.0$ mm, Länge $l_F = 110.0$ mm, Breite $b_F = 230.0$ mm

Blehabstände: $h_o = 0.0$ mm, $\ddot{u}_o = 35.0$ mm ($h_u = 0.0$ mm, $\ddot{u}_u = 35.0$ mm), $s = 10.0$ mm

Schraubenabstände am Nebenträger: $e_{z,0} = 45.0$ mm, $p_{z,1-2} = 70.0$ mm, $p_{z,2-3} = 70.0$ mm, $e_{x,0} = 50.0$ mm

Dicke je Schweißnaht: $a_w = 5.0$ mm

Tragfähigkeit

Bemessung nach ECCS, 2009

Nachweis der Schweißnähte mit dem vereinfachten Verfahren

Schnittgrößen

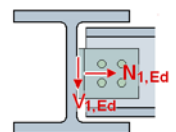
Lk 1: $N_{1,Ed} = 100.00$ kN $V_{1,Ed} = 100.00$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_{M0} = 1.00$

Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung $\gamma_{M2} = 1.25$

Beanspruchbarkeit bei Zugbelastung $\gamma_{Mu} = 1.10$



Gelenkiger Trägeranschluss

Einschnittiger Anschluss mit nur einer Schraubenreihe in Kraftrichtung: Unterlegscheiben beidseitig !!

Abstände der Schraubenreihen am Nebenträger (rechts)

Randabstand:	$e_2 = 50.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm},$	$e_2 = 50.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 68.4 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm},$	$e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 68.4 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm},$	$p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 99.4 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm},$	$p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 99.4 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm},$	$e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 68.4 \text{ mm}$

Annahme: Drehpunkt (Gelenk) befindet sich im Anschnitt zum Stützenflansch

Lk 1:

Bemessungsgrößen

Transformation der Schnittgrößen in den Bezugspunkt (Schnittpunkt der Trägerachsen)

$$N_{1,Ed} = N_{j1,Ed} = 100.00 \text{ kN}$$

$$M_{1,Ed} = V_{j1,Ed} \cdot e_1 = -9.50 \text{ kNm}, \quad e_1 = -95.0 \text{ mm}$$

$$V_{1,Ed} = V_{j1,Ed} = 100.00 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Verbindung

Querkrafttragfähigkeit

Sicherheit der Modellbildung:

$$b_F = 230.0 \text{ mm} < d_w = 248.6 \text{ mm} \text{ ok.}$$

$$\text{Hebelarm } z = 60.0 \text{ mm}, \quad z_{\lim} = ((z-s)^2 + (b_F/2 + (\ddot{u}_u - e_u)^2)^{1/2} = 158.1 \text{ mm}$$

$$\text{Rotationskapazität } \Phi_{\text{vorh}} = \arcsin(z/z_{\lim}) - \arctan((z-s)/(b_F/2 + (\ddot{u}_u - e_u))) = 0.067$$

Eine ausreichende Rotationskapazität ist zu gewährleisten $\Rightarrow \Phi_{\text{vorh}} = 0.067 \geq \Phi_{\text{erf}} \text{ !!}$

$$a_w = 5.0 \text{ mm} > \beta_w/2^{1/2} \cdot f_y F / f_u F \cdot \gamma_{M2} / \gamma_{M0} \cdot t_F = 4.62 \text{ mm} \text{ ok.}$$

Berechnung des Punktequerschnitts für Querkraft:

$$\text{Schraube 1} \quad T_{y,1} = 42.86 \text{ kN}, \quad T_{z,1} = 33.33 \text{ kN}, \quad T_1 = 54.29 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2} \quad T_{y,2} = -0.00 \text{ kN}, \quad T_{z,2} = 33.33 \text{ kN}, \quad T_2 = 33.33 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3} \quad T_{y,3} = -42.86 \text{ kN}, \quad T_{z,3} = 33.33 \text{ kN}, \quad T_3 = 54.29 \text{ kN}$$

Schrauben mit Abscheren:

$$U_i = T_i / (1 \cdot F_{v,Rd}), \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

Abschertragfähigkeit je Scherfuge: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 94.08 \text{ kN}, \quad \alpha_v = 0.60$

$$\text{Schraube 1:} \quad U_1 = 0.577 \quad V_{Rd,1} = 173.3 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2:} \quad U_2 = 0.354 \quad V_{Rd,2} = 282.2 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3:} \quad U_3 = 0.577 \quad V_{Rd,3} = 173.3 \text{ kN}$$

Abschertragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,1} = 173.3 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Lochleibung:

$$U_{z,i} = T_{z,i} / F_{b,z,Rd}, \quad U_{y,i} = T_{y,i} / F_{b,y,Rd}, \quad U_i = (U_{z,i}^2 + U_{y,i}^2)^{1/2}, \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

$$\text{Schraube 1:} \quad F_{b,z,1} = 98.18 \text{ kN} \quad F_{b,y,1} = 109.09 \text{ kN} \quad U_1 = 0.519 \quad V_{Rd,1} = 192.6 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2:} \quad F_{b,z,2} = 116.73 \text{ kN} \quad U_2 = 0.286 \quad V_{Rd,2} = 350.2 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3:} \quad F_{b,z,3} = 98.18 \text{ kN} \quad F_{b,y,3} = 109.09 \text{ kN} \quad U_3 = 0.519 \quad V_{Rd,3} = 192.6 \text{ kN}$$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,2} = 192.6 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Schub (Brutto):

$$\text{Schubtragfähigkeit } V_{Rd} = (A_v \cdot f_y) / (3^{1/2} \cdot \gamma_{M0}) = 312.06 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,3} = V_{Rd} / 1.27 = 245.7 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Schub (Netto):

$$\text{Schubtragfähigkeit } V_{Rd} = (A_{v,net} \cdot f_u) / (3^{1/2} \cdot \gamma_{M2}) = 272.69 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,4} = 272.7 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Zug und Schub (Blockversagen):

$$\text{Schubwiderstand } V_{\text{eff},Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 232.54 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,5} = 232.5 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Biegung und Schub:

$$b_F = 230.0 \text{ mm} > 2.73 \cdot z = 163.8 \text{ mm:}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,6} = \infty$

Fahnenblech mit Beulen:

$z_F = 60.0 \text{ mm} < t_F/0.15 = 66.7 \text{ mm}$:
Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,7} = \infty$

Trägersteg mit Lochleibung:

$$U_{z,i} = T_{z,i} / F_{b,z,Rd}, \quad U_{y,i} = T_{y,i} / F_{b,y,Rd}, \quad U_i = (U_{z,i}^2 + U_{y,i}^2)^{1/2}, \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

Schraube 1: $F_{b,z,1} = 82.88 \text{ kN}$ $F_{b,y,1} = 77.45 \text{ kN}$ $U_1 = 0.684$

$$V_{Rd,1} = 146.2 \text{ kN}$$

Schraube 2: $F_{b,z,2} = 82.88 \text{ kN}$ $U_2 = 0.402$

$$V_{Rd,2} = 248.6 \text{ kN}$$

Schraube 3: $F_{b,z,3} = 82.88 \text{ kN}$ $F_{b,y,3} = 77.45 \text{ kN}$ $U_3 = 0.684$

$$V_{Rd,3} = 146.2 \text{ kN}$$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,8} = 146.2 \text{ kN}$

Trägersteg mit Schub (Brutto):

$$\text{Schubtragfähigkeit } V_{Rd} = (A_v \cdot f_y) / (3^{1/2} \cdot \gamma_{M0}) = 348.44 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,9} = 348.4 \text{ kN}$

Trägersteg mit Schub (Netto):

$$\text{Schubtragfähigkeit } V_{Rd} = (A_{v,net} \cdot f_u) / (3^{1/2} \cdot \gamma_{M2}) = 349.11 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,10} = 349.1 \text{ kN}$

Trägersteg mit Zug und Schub (Blockversagen):

$$\text{Schubwiderstand } V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 198.82 \text{ kN}$$

Schubtragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,11} = 198.8 \text{ kN}$

Sicherstellung der plastischen Umlagerungsfähigkeit:

$$V_{Rd,F} = 146.2 \text{ kN} < \min(V_{Rd,1}, V_{Rd,7}) = 173.3 \text{ kN} \text{ ok.}$$

$$V_{Rd,1,F} = 173.3 \text{ mm} > \min(V_{Rd,2}, V_{Rd,8}) = 146.2 \text{ kN} \text{ ok.}$$

Schubtragfähigkeit: $\min V_{Rd,F} = V_{Rd,8} = 146.2 \text{ kN}$

Zugkrafttragfähigkeit

Berechnung des Punktequerschnitts für Zugkraft:

Schraube 1 $T_{y,1} = -33.33 \text{ kN}$, $T_{z,1} = 0.00 \text{ kN}$, $T_1 = 33.33 \text{ kN}$

Schraube 2 $T_{y,2} = -33.33 \text{ kN}$, $T_{z,2} = 0.00 \text{ kN}$, $T_2 = 33.33 \text{ kN}$

Schraube 3 $T_{y,3} = -33.33 \text{ kN}$, $T_{z,3} = 0.00 \text{ kN}$, $T_3 = 33.33 \text{ kN}$

Schrauben mit Abscheren:

$$U_i = T_i / (1 \cdot F_{v,Rd}), \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

Abschertragfähigkeit je Scherfuge: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 106.91 \text{ kN}$, $\alpha_v = 0.60$

Schraube 1: $U_1 = 0.312$ $V_{Rd,1} = 320.7 \text{ kN}$

Schraube 2: $U_2 = 0.312$ $V_{Rd,2} = 320.7 \text{ kN}$

Schraube 3: $U_3 = 0.312$ $V_{Rd,3} = 320.7 \text{ kN}$

Abschertragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,1} = 320.7 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Lochleibung:

$$U_{z,i} = T_{z,i} / F_{b,z,Rd}, \quad U_{y,i} = T_{y,i} / F_{b,y,Rd}, \quad U_i = (U_{z,i}^2 + U_{y,i}^2)^{1/2}, \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

Schraube 1: $F_{b,y,1} = 123.97 \text{ kN}$ $U_1 = 0.269$ $N_{Rd,1} = 371.9 \text{ kN}$

Schraube 2: $F_{b,y,2} = 123.97 \text{ kN}$ $U_2 = 0.269$ $N_{Rd,2} = 371.9 \text{ kN}$

Schraube 3: $F_{b,y,3} = 123.97 \text{ kN}$ $U_3 = 0.269$ $N_{Rd,3} = 371.9 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,2} = 371.9 \text{ kN}$

Fahnenblech mit Zug (Netto):

$$\text{Zugtragfähigkeit } N_{Rd} = N_{u,Rd} = (0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 483.05 \text{ kN}$$

Zugtragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,3} = 483.1 \text{ kN}$

Trägersteg mit Lochleibung:

$$U_{z,i} = T_{z,i} / F_{b,z,Rd}, \quad U_{y,i} = T_{y,i} / F_{b,y,Rd}, \quad U_i = (U_{z,i}^2 + U_{y,i}^2)^{1/2}, \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

Schraube 1: $F_{b,y,1} = 88.02 \text{ kN}$ $U_1 = 0.379$ $N_{Rd,1} = 264.0 \text{ kN}$

Schraube 2: $F_{b,y,2} = 88.02 \text{ kN}$ $U_2 = 0.379$ $N_{Rd,2} = 264.0 \text{ kN}$

Schraube 3: $F_{b,y,3} = 88.02 \text{ kN}$ $U_3 = 0.379$ $N_{Rd,3} = 264.0 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,4} = 264.0 \text{ kN}$

Trägersteg mit Zug (Netto):

$$\text{Zugtragfähigkeit } N_{Rd} = N_{u,Rd} = (0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 342.97 \text{ kN}$$

Zugtragfähigkeit gesamt: $N_{Rd,5} = 343.0 \text{ kN}$

Zugtragfähigkeit: $\min N_{Rd,F} = N_{Rd,4} = 264.0 \text{ kN}$

Nachweis der Verbindung

$V_{Ed} = 100.0 \text{ kN}$: $V_{Ed} / \min V_{Rd} = 0.684 < 1$ **ok.**

$N_{Ed} = 100.0 \text{ kN}$: $N_{Ed} / \min N_{Rd} = 0.379 < 1$ **ok.**

Schweißnahtnachweis

$F_{w,Ed} = 1.86 \text{ kN/cm} < F_{w,Rd} = 10.39 \text{ kN/cm} \Rightarrow U_w = 0.388 < 1$ **ok.**

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: Tragfähigkeit $\max U = 0.684 < 1$ **ok.**

Nachweis erbracht

Vorschriften

DIN EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

DIN 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

DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2010

DIN 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

DIN EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-8, Ausgabe Dezember 2010

ECCS Document No. 126: European Recommendations for the Design of Simple Joints in Steel Structures.

ECCS TC10 - Structural Connections, 2009. J.P. Jaspart, J.F. Demonceau, S. Renkin, M.L. Guillaume