

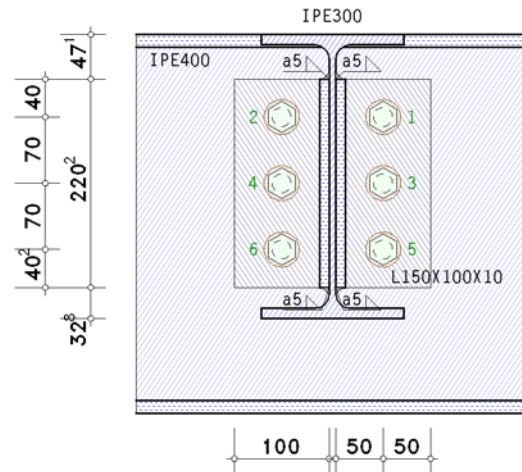
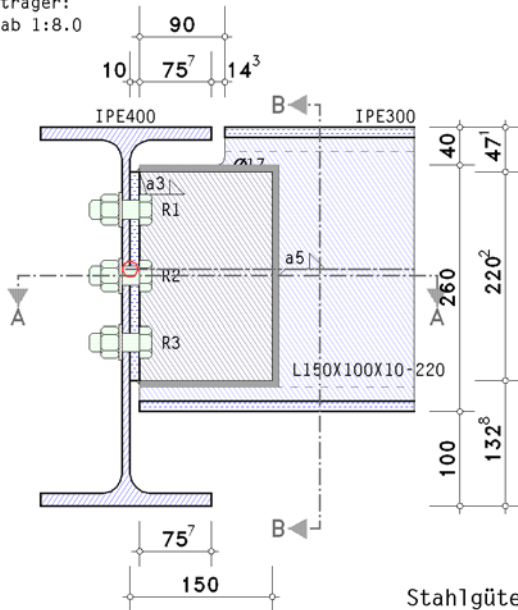
POS. 50: WINKEL GESCHRAUBT/GESCHWEISST EC3

Gelenkiger Trägeranschluss

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

Hauptträger:
Maßstab 1:8.0

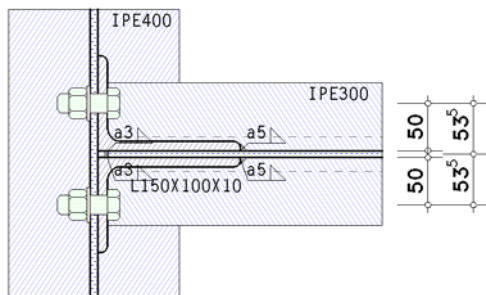
Schnitt B-B:



○ Gelenk

Stahlgüte S 235
Schrauben M20-4.6

Schnitt A-A:



Nebenträgeranschluss mit zwei angeschraubten/angeschweißten Winkelprofilen, Anschluss an einen Trägersteg

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Schrauben

Schraube: Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M20

Schaft liegt in der Scherfuge

Geometrie

Hauptträger

Profil IPE400

Nebenträger

Profil IPE300

Anschlusskonfiguration

2 x Winkel: Profil L150X100X10

Breite der Winkel $b_a = 220.2 \text{ mm}$

Blechabstände: $h_o = 0.0 \text{ mm}$, $ü_o = 47.1 \text{ mm}$ ($h_u = 100.0 \text{ mm}$, $ü_u = 32.8 \text{ mm}$), $s = 10.0 \text{ mm}$

Ausklüftung: $a_o = 90.0 \text{ mm}$, $e_o = 40.0 \text{ mm}$

Ausgerundete Ausklüftung (Ausrundungsradius $r_a = 8.5 \text{ mm}$)

Schraubenabstände am Hauptträger: $e_{z,0} = 40.0 \text{ mm}$, $p_{z,1-2} = 70.0 \text{ mm}$, $p_{z,2-3} = 70.0 \text{ mm}$, $e_{x,0} = 50.0 \text{ mm}$

Dicke je Schweißnaht: $a_w = 5.0 \text{ mm}$ (am Winkelschenkel), $a_{w,s} = 3.0 \text{ mm}$ (Stirnnaht)

Tragfähigkeit

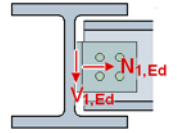
Nachweis der Schweißnähte mit dem vereinfachten Verfahren

Elastischer Querschnittsnachweis der Nebenträger

Schnittgrößen

Lk 1: $V_{1,Ed} = 200.00 \text{ kN}$

Lk 2: $V_{1,Ed} = 160.00 \text{ kN}$



Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

Gelenkiger Trägeranschluss

Abstände der Schraubenreihen am Hauptträger (rechts)

Randabstand:	$e_2 = 50.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_2 = 50.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_2 = 107.1 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$,	$p_2 = 107.1 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_1 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,	$p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$
Lochabstand:	$p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$,	$p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$
Randabstand:	$e_1 = 40.2 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$,	$e_1 = 40.2 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$

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

Lk 1:

Bemessungsgrößen

Transformation der Schnittgrößen in den Bezugspunkt (Schnittpunkt der Trägerachsen)

$M_{1,Ed} = V_{j1,Ed} \cdot e_1 = -0.86 \text{ kNm}$, $e_1 = -4.3 \text{ mm}$

$V_{1,Ed} = V_{j1,Ed} = 200.00 \text{ kN}$

Tragfähigkeit der Verbindung

Winkelschenkel am Hauptträger:

Kontaktpressung

Abmessungen der Kontaktfläche $h_D = 20.0 \text{ mm}$, $b_D = 11.3 \text{ mm}$, Druckkraft in der Kontaktfläche $D = 37.69 \text{ kN}$

Kontrolle: $D / (A_D \cdot f_{yD}) = 0.712 < 1$ **ok.** $\Rightarrow$ Kontaktpressung vorhanden

Berechnung des Punktequerschnitts:

Schraube 1 $T_{y,1} = 3.77 \text{ kN}$, $T_{z,1} = 33.33 \text{ kN}$, $T_1 = 33.55 \text{ kN}$

Schraube 2 $T_{y,2} = 12.56 \text{ kN}$, $T_{z,2} = 33.33 \text{ kN}$, $T_2 = 35.62 \text{ kN}$

Schraube 3 $T_{y,3} = 21.36 \text{ kN}$, $T_{z,3} = 33.33 \text{ kN}$, $T_3 = 39.59 \text{ kN}$

Querkrafttragfähigkeit

Schrauben mit Abscheren:

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

Abschertragfähigkeit je Scherfuge: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 60.32 \text{ kN}$, $\alpha_v = 0.60$

Schraube 1: $U_1 = 0.556$ $V_{Rd,1} = 359.6 \text{ kN}$

Schraube 2: $U_2 = 0.591$ $V_{Rd,2} = 338.7 \text{ kN}$

Schraube 3: $U_3 = 0.656$ $V_{Rd,3} = 304.7 \text{ kN}$

Abschertragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,1} = 304.7 \text{ kN}$

Winkelschenkel 2 mit Lochleibung:

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

Schraube 1: $F_{b,z,1} = 87.27 \text{ kN}$ $F_{b,y,1} = 109.09 \text{ kN}$ $U_1 = 0.382$ $V_{Rd,1} = 523.6 \text{ kN}$

Schraube 2: $F_{b,z,2} = 116.73 \text{ kN}$ $F_{b,y,2} = 123.84 \text{ kN}$ $U_2 = 0.286$ $V_{Rd,2} = 700.4 \text{ kN}$

Schraube 3: $F_{b,z,3} = 87.62 \text{ kN}$ $F_{b,y,3} = 109.09 \text{ kN}$ $U_3 = 0.380$ $V_{Rd,3} = 525.7 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,2} = 523.6 \text{ kN}$

Trägersteg mit Lochleibung:

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

Schraube 1: $F_{b,z,1} = 100.39 \text{ kN}$ $F_{b,y,1} = 123.84 \text{ kN}$ $U_1 = 0.332$ $V_{Rd,1} = 602.3 \text{ kN}$

Schraube 2: $F_{b,z,2} = 100.39 \text{ kN}$ $F_{b,y,2} = 123.84 \text{ kN}$ $U_2 = 0.332$ $V_{Rd,2} = 602.3 \text{ kN}$

Schraube 3: $F_{b,z,3} = 100.39 \text{ kN}$ $F_{b,y,3} = 123.84 \text{ kN}$ $U_3 = 0.332$ $V_{Rd,3} = 602.3 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,3} = 602.3 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit: $\min V_{Rd,a2} = V_{Rd,1} = 304.7 \text{ kN}$

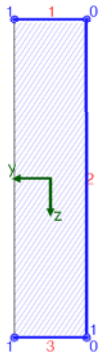
Winkelschenkel am Nebenträger:

s. Schweißnahtnachweis

Nachweis der Verbindung

$V_{Ed} = 200.0 \text{ kN}$: $V_{Ed} / \min V_{Rd} = 0.656 < 1$ **ok.**

Schweißnahtnachweis



Naht 1: $a_w = 5.0 \text{ mm}$ $l_w = 50.0 \text{ mm}$
Naht 2: $a_w = 5.0 \text{ mm}$ $l_w = 220.2 \text{ mm}$
Naht 3: $a_w = 5.0 \text{ mm}$ $l_w = 50.0 \text{ mm}$

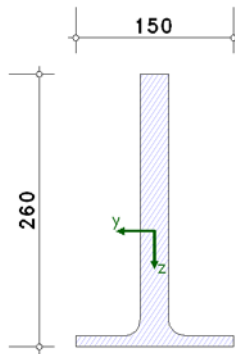
$F_{w,Ed} = 6.81 \text{ kN/cm} < F_{w,Rd} = 10.39 \text{ kN/cm} \Rightarrow U_w = 0.656 < 1$ **ok.**

Stirnschweißnaht:

$F_{w,Ed} = 2.00 \text{ kN/cm} < F_{w,Rd} = 6.24 \text{ kN/cm} \Rightarrow U_w = 0.321 < 1$ **ok.**

Querschnittsnachweis des Nebenträgers

Nachweis bei $\Delta x = 104.3 \text{ mm}$ mit Ausklinkung

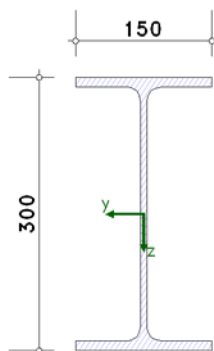


elastischer Querschnittsnachweis für $M_{Ed} = 20.00 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 200.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen: $\max \sigma_x = 3.88 \text{ kN/cm}^2$, $\min \sigma_x = -5.26 \text{ kN/cm}^2$, $\max \tau = 3.92 \text{ kN/cm}^2$, $\max \sigma_v = 6.79 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_\sigma = 0.289 < 1$ **ok.**

Nachweis bei $\Delta x = 104.3 \text{ mm}$



elastischer Querschnittsnachweis für $M_{Ed} = 20.00 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 200.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen: $\max \sigma_x = 3.59 \text{ kN/cm}^2$, $\min \sigma_x = -3.59 \text{ kN/cm}^2$, $\max \tau = 10.59 \text{ kN/cm}^2$, $\max \sigma_v = 18.35 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_\sigma = 0.781 < 1$ **ok.**, c/t -Verhältnis $U_{c/t} = 0.147 < 1$ **ok.**

Bemessungsgrößen

Transformation der Schnittgrößen in den Bezugspunkt (Schnittpunkt der Trägerachsen)

$$M_{1,Ed} = V_{j1,Ed} \cdot e_1 = -0.69 \text{ kNm}, \quad e_1 = -4.3 \text{ mm}$$

$$V_{1,Ed} = V_{j1,Ed} = 160.00 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit der Verbindung

Winkelschenkel am Hauptträger:

Kontaktpressung

Abmessungen der Kontaktfläche $h_D = 20.0 \text{ mm}$, $b_D = 11.3 \text{ mm}$, Druckkraft in der Kontaktfläche $D = 30.15 \text{ kN}$
 Kontrolle: $D / (A_D \cdot f_{yD}) = 0.569 < 1$ **ok.** $\Rightarrow$ Kontaktpressung vorhanden

Berechnung des Punktequerschnitts:

$$\text{Schraube 1} \quad T_{y,1} = 3.02 \text{ kN}, \quad T_{z,1} = 26.67 \text{ kN}, \quad T_1 = 26.84 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2} \quad T_{y,2} = 10.05 \text{ kN}, \quad T_{z,2} = 26.67 \text{ kN}, \quad T_2 = 28.50 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3} \quad T_{y,3} = 17.09 \text{ kN}, \quad T_{z,3} = 26.67 \text{ kN}, \quad T_3 = 31.67 \text{ kN}$$

Querkrafttragfähigkeit

Schrauben mit Abscheren:

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

Abschertragfähigkeit je Scherfuge: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 60.32 \text{ kN}$, $\alpha_v = 0.60$

$$\text{Schraube 1:} \quad U_1 = 0.445 \quad V_{Rd,1} = 359.6 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2:} \quad U_2 = 0.472 \quad V_{Rd,2} = 338.7 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3:} \quad U_3 = 0.525 \quad V_{Rd,3} = 304.7 \text{ kN}$$

Abschertragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,1} = 304.7 \text{ kN}$

Winkelschenkel 2 mit Lochleibung:

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

$$\text{Schraube 1:} \quad F_{b,z,1} = 87.27 \text{ kN} \quad F_{b,y,1} = 109.09 \text{ kN} \quad U_1 = 0.306 \quad V_{Rd,1} = 523.6 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2:} \quad F_{b,z,2} = 116.73 \text{ kN} \quad F_{b,y,2} = 109.09 \text{ kN} \quad U_2 = 0.228 \quad V_{Rd,2} = 700.4 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3:} \quad F_{b,z,3} = 87.62 \text{ kN} \quad F_{b,y,3} = 109.09 \text{ kN} \quad U_3 = 0.304 \quad V_{Rd,3} = 525.7 \text{ kN}$$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,2} = 523.6 \text{ kN}$

Trägersteg mit Lochleibung:

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

$$\text{Schraube 1:} \quad F_{b,z,1} = 100.39 \text{ kN} \quad F_{b,y,1} = 123.84 \text{ kN} \quad U_1 = 0.266 \quad V_{Rd,1} = 602.3 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 2:} \quad F_{b,z,2} = 100.39 \text{ kN} \quad F_{b,y,2} = 123.84 \text{ kN} \quad U_2 = 0.266 \quad V_{Rd,2} = 602.3 \text{ kN}$$

$$\text{Schraube 3:} \quad F_{b,z,3} = 100.39 \text{ kN} \quad F_{b,y,3} = 123.84 \text{ kN} \quad U_3 = 0.266 \quad V_{Rd,3} = 602.3 \text{ kN}$$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt: $V_{Rd,3} = 602.3 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit: $\min V_{Rd,a2} = V_{Rd,1} = 304.7 \text{ kN}$

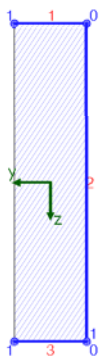
Winkelschenkel am Nebenträger:

s. Schweißnahtnachweis

Nachweis der Verbindung

$$V_{Ed} = 160.0 \text{ kN:} \quad V_{Ed} / \min V_{Rd} = 0.525 < 1 \quad \text{ok.}$$

Schweißnahtnachweis



Naht 1:	$a_w = 5.0 \text{ mm}$	$l_w = 50.0 \text{ mm}$
Naht 2:	$a_w = 5.0 \text{ mm}$	$l_w = 220.2 \text{ mm}$
Naht 3:	$a_w = 5.0 \text{ mm}$	$l_w = 50.0 \text{ mm}$

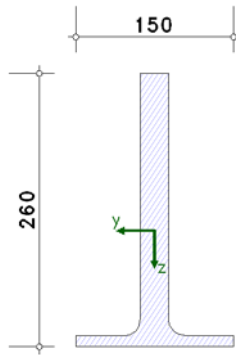
$$F_{w,Ed} = 5.45 \text{ kN/cm} < F_{w,Rd} = 10.39 \text{ kN/cm} \Rightarrow U_w = 0.524 < 1 \quad \text{ok.}$$

Stirnschweißnaht:

$$F_{w,Ed} = 1.60 \text{ kN/cm} < F_{w,Rd} = 6.24 \text{ kN/cm} \Rightarrow U_w = 0.257 < 1 \text{ ok.}$$

Querschnittsnachweis des Nebenträgers

Nachweis bei $\Delta x = 104.3 \text{ mm}$ mit Ausklinkung

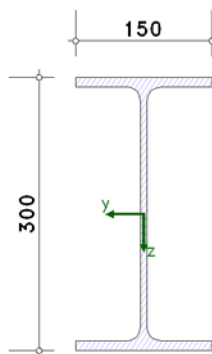


elastischer Querschnittsnachweis für $M_{Ed} = 16.00 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 160.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen: $\max \sigma_x = 3.10 \text{ kN/cm}^2$, $\min \sigma_x = -4.21 \text{ kN/cm}^2$, $\max \tau = 3.14 \text{ kN/cm}^2$, $\max \sigma_v = 5.44 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_\sigma = 0.231 < 1 \text{ ok.}$

Nachweis bei $\Delta x = 104.3 \text{ mm}$



elastischer Querschnittsnachweis für $M_{Ed} = 16.00 \text{ kNm}$, $V_{Ed} = 160.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen: $\max \sigma_x = 2.87 \text{ kN/cm}^2$, $\min \sigma_x = -2.87 \text{ kN/cm}^2$, $\max \tau = 8.47 \text{ kN/cm}^2$, $\max \sigma_v = 14.68 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit $U_\sigma = 0.625 < 1 \text{ ok.}$, c/t-Verhältnis $U_{c/t} = 0.131 < 1 \text{ ok.}$

Endergebnis

Maximale Ausnutzung [Lk 1]:

Tragfähigkeit	$\max U = 0.781 < 1 \text{ ok.}$
c/t-Verhältnis	$\max U = 0.147 < 1 \text{ ok.}$

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. Démonceau, S. Renkin, M.L. Guillaume