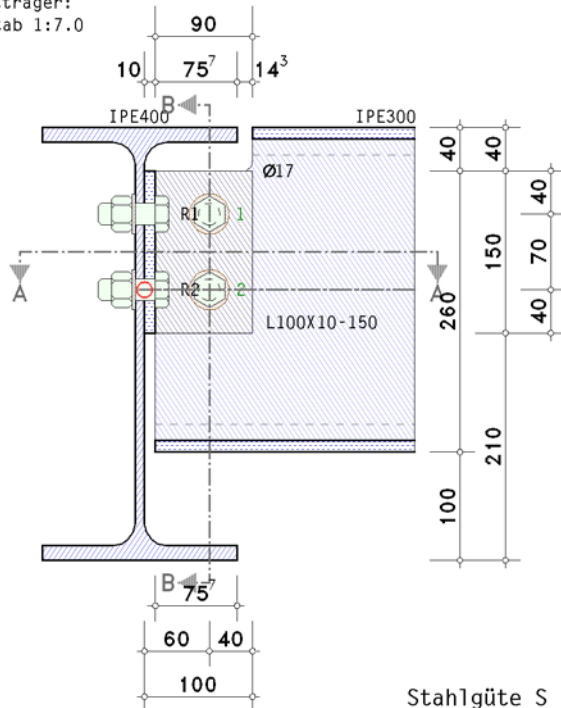


## POS. 10: WAGENKNECHT 5.8.1

### Gelenkiger Trägeranschluss

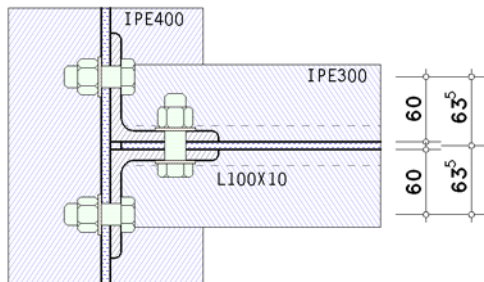
EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland

Hauptträger:  
Maßstab 1:7.0

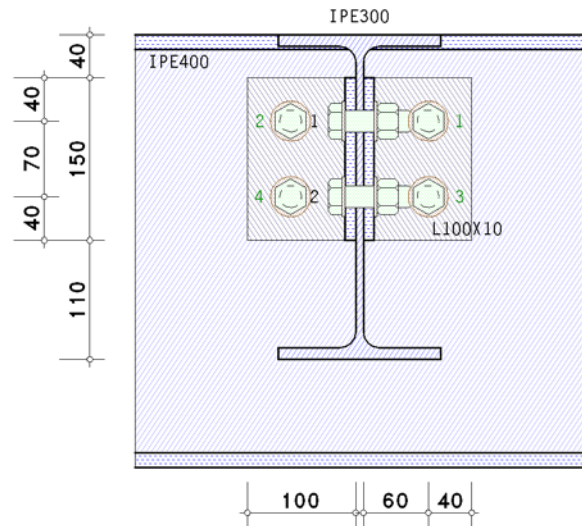


○ Gelenk

Schnitt A-A:



Schnitt B-B:



Stahlgüte S 235  
Schrauben M20-4.6

Nebenträgeranschluss mit zwei angeschraubten 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 L100X10

Breite der Winkel  $b_a = 150.0$  mm

Blechabstände:  $h_o = 0.0$  mm,  $\ddot{u}_o = 40.0$  mm ( $h_u = 100.0$  mm,  $\ddot{u}_u = 110.0$  mm),  $s = 10.0$  mm

Ausklung:  $a_o = 90.0$  mm,  $e_o = 40.0$  mm

Ausgerundete Ausklung (Ausrundungsradius  $r_a = 8.5$  mm)

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

Schraubenabstände am Nebenträger:  $e_{z,0} = 40.0$  mm,  $p_{z,1-2} = 70.0$  mm,  $e_{x,0} = 40.0$  mm

**Tragfähigkeit**

Nachweis der Schweißnähte mit dem richtungsbezogenen Verfahren

Elastischer Querschnittsnachweis der Nebenträger

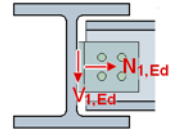
## Schnittgrößen

Lk 1:  $V_{1,Ed} = 75.00 \text{ kN}$

## 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: | $e_2 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ ,  | $e_2 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$                   |
| Lochabstand: | $p_2 = 127.1 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 52.8 \text{ mm}$ , | $p_2 = 127.1 \text{ mm} > \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm} \quad !!$ |
| 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: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$ ,  | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$           |
| Randabstand: | $e_1 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ ,  | $e_1 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$                        |

### 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: | $e_1 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ , | $e_1 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 68.4 \text{ mm}$             |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 48.4 \text{ mm}$ , | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 99.4 \text{ mm}$ |
| Randabstand: | $e_1 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 26.4 \text{ mm}$ , | $e_1 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 68.4 \text{ mm}$             |

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

Lk 1:

## Bemessungsgrößen

Transformation der Schnittgrößen in den Bezugspunkt (Schnittpunkt der Trägerachsen)

$M_{1,Ed} = V_{j1,Ed} \cdot e_1 = -0.32 \text{ kNm}$ ,  $e_1 = -4.3 \text{ mm}$

$V_{1,Ed} = V_{j1,Ed} = 75.00 \text{ kN}$

## Tragfähigkeit der Verbindung

### Winkelschenkel am Hauptträger:

#### Kontaktpressung

Abmessungen der Kontaktfläche  $h_D = 20.0 \text{ mm}$ ,  $b_D = 10.8 \text{ mm}$ , Druckkraft in der Kontaktfläche  $D = 26.83 \text{ kN}$

Kontrolle:  $D / (A_D \cdot f_{yD}) = 0.526 < 1$  **ok.**  $\Rightarrow$  Kontaktpressung vorhanden

#### Berechnung des Punktequerschnitts:

Schraube 1  $T_{y,1} = 6.19 \text{ kN}$ ,  $T_{z,1} = 18.75 \text{ kN}$ ,  $T_1 = 19.75 \text{ kN}$

Schraube 2  $T_{y,2} = 20.64 \text{ kN}$ ,  $T_{z,2} = 18.75 \text{ kN}$ ,  $T_2 = 27.89 \text{ kN}$

#### 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:  $U_1 = 0.327$   $V_{Rd,1} = 229.1 \text{ kN}$

Schraube 2:  $U_2 = 0.462$   $V_{Rd,2} = 162.2 \text{ kN}$

Abschertragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,1} = 162.2 \text{ kN}$

#### 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:  $F_{b,z,1} = 87.27 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 87.27 \text{ kN}$   $U_1 = 0.368$   $V_{Rd,1} = 203.6 \text{ kN}$

Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 87.27 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 87.27 \text{ kN}$   $U_2 = 0.368$   $V_{Rd,2} = 203.6 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,2} = 203.6 \text{ kN}$

#### 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:  $F_{b,z,1} = 100.39 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 123.84 \text{ kN}$   $U_1 = 0.187$   $V_{Rd,1} = 401.5 \text{ kN}$

Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 100.39 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 123.84 \text{ kN}$   $U_2 = 0.187$   $V_{Rd,2} = 401.5 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,3} = 401.5 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit:  $\min V_{Rd,a2} = V_{Rd,1} = 162.2 \text{ kN}$

### Winkelschenkel am Nebenträger:

#### Berechnung des Punktequerschnitts:

Schraube 1  $T_{y,1} = 64.29 \text{ kN}$ ,  $T_{z,1} = 37.50 \text{ kN}$ ,  $T_1 = 74.42 \text{ kN}$

Schraube 2  $T_{y,2} = -64.29 \text{ kN}$ ,  $T_{z,2} = 37.50 \text{ kN}$ ,  $T_2 = 74.42 \text{ kN}$

#### Querkrafttragfähigkeit

Schrauben mit Abscheren:

$$U_i = T_i / (2 \cdot F_{v,Rd}), \quad V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i, \quad V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$$

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

Schraube 1:  $U_1 = 0.617$   $V_{Rd,1} = 121.6 \text{ kN}$

Schraube 2:  $U_2 = 0.617$   $V_{Rd,2} = 121.6 \text{ kN}$

Abschertragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,1} = 121.6 \text{ kN}$

Winkelschenkel 1 mit Lochleibung:

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

Schraube 1:  $F_{b,z,1} = 87.27 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 87.27 \text{ kN}$   $U_1 = 0.368$

$V_{Rd,1} = 203.6 \text{ kN}$

Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 87.27 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 87.27 \text{ kN}$   $U_2 = 0.368$

$V_{Rd,2} = 203.6 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,2} = 203.6 \text{ kN}$

Winkelschenkel 1 mit Zug und Schub (Blockversagen):

Schubwiderstand  $V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 146.23 \text{ kN}$

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

Winkelschenkel 1 mit Biegung und Schub:

$(A_f \cdot \text{net} \cdot 0.9 \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 137.4 \text{ kN} < (A_f \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 176.3 \text{ kN} \Rightarrow$  der Lochabzug wird berücksichtigt.

Schubtragfähigkeit  $V_{Rd} = f_y / \gamma_{M0} / ((b' / W_{el})^2 + 3 \cdot (1/A)^2)^{1/2} = 90.00 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,4} = 2 \cdot 90.00 = 180.0 \text{ kN}$

Trägersteg mit Lochleibung:

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

Schraube 1:  $F_{b,z,1} = 61.96 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 77.45 \text{ kN}$   $U_1 = 0.830$

$V_{Rd,1} = 90.4 \text{ kN}$

Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 82.88 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 77.45 \text{ kN}$   $U_2 = 0.830$

$V_{Rd,2} = 90.4 \text{ kN}$

Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,5} = 90.4 \text{ kN}$

Trägersteg mit Zug und Schub (Blockversagen):

Schubwiderstand  $V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 220.01 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,6} = 220.0 \text{ kN}$

Schubtragfähigkeit:  $\min V_{Rd,a1} = V_{Rd,5} = 90.4 \text{ kN}$

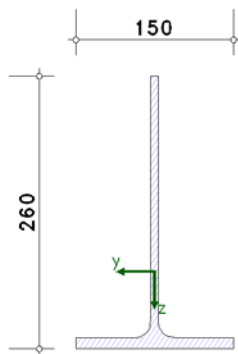
Tragfähigkeit:  $\min V_{Rd} = 90.4 \text{ kN}$

## Nachweis der Verbindung

$V_{Ed} = 75.0 \text{ kN}$ :  $V_{Ed} / \min V_{Rd} = 0.830 < 1$  **ok.**

## Querschnittsnachweis des Nebenträgers

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

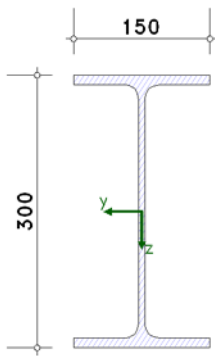


elastischer Querschnittsnachweis für  $M_{Ed} = 7.50 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 75.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen:  $\max \sigma_x = 2.36 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\min \sigma_x = -5.97 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\max \tau = 5.57 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\max \sigma_v = 9.65 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit  $U_\sigma = 0.410 < 1$  **ok.**

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



elastischer Querschnittsnachweis für  $M_{Ed} = 7.50 \text{ kNm}$ ,  $V_{Ed} = 75.00 \text{ kN}$

elastische Spannungen:  $\max \sigma_x = 1.35 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\min \sigma_x = -1.35 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\max \tau = 3.97 \text{ kN/cm}^2$ ,  $\max \sigma_v = 6.88 \text{ kN/cm}^2$

Ausnutzungen: Tragfähigkeit  $U_\sigma = 0.293 < 1$  **ok.**,  $c/t$ -Verhältnis  $U_{c/t} = 0.090 < 1$  **ok.**

## Endergebnis

Maximale Ausnutzung:      Tragfähigkeit     $\max U = 0.830 < 1$  **ok.**  
                                           $c/t$ -Verhältnis     $\max U = 0.090 < 1$  **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. Démonceau, S. Renkin, M.L. Guillaume