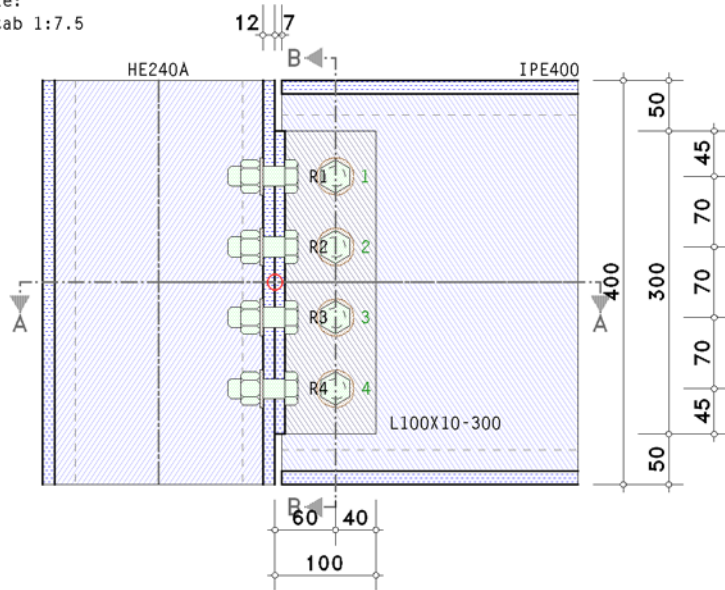


## POS. 20: KAHLMEYER 1.1.3.1

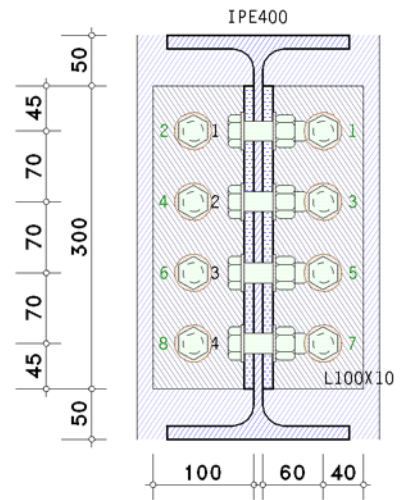
### Gelenkiger Trägeranschluss

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

Stütze:  
Maßstab 1:7.5



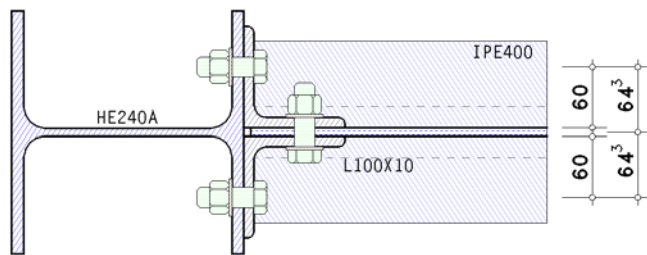
Schnitt B-B:



Stahlgüte S 235

○ Gelenk

Schnitt A-A:



Nebenträgeranschluss mit zwei angeschraubten Winkelprofilen, Anschluss an einen Stützenflansch

**Stahlsorte**

Stahlgüte S 235

**Schrauben**

Schraube: Festigkeitsklasse 4.6,

Abmessungen:

Schaftdurchmesser  $d = 20.0$  mm, Nennlochspiel  $\Delta d = 1.0$  mm  $\Rightarrow$  Lochdurchmesser  $d_0 = 21.0$  mm

Bruttoquerschnittsfläche (Schaft)  $A = 3.142$  cm<sup>2</sup>

Spannungsquerschnittsfläche  $A_s = 2.450$  cm<sup>2</sup>

Durchmesser des Schraubenkopfes (Schlüsselweite)  $d_s = 30.0$  mm

Durchmesser des Schraubenkopfes (Eckenmaß)  $d_e = 32.95$  mm

Schraubenkopfhöhe  $t_k = 12.5$  mm

Höhe der Mutter  $t_m = 19.0$  mm

Durchmesser der Unterlegscheibe  $d_p = 37.0$  mm

Blechdicke der Unterlegscheibe  $t_p = 3.0$  mm

Schaft liegt in der Scherfuge

**Geometrie**

**Stütze**

Profil HE240A

Nebenträger

Profil IPE400

Anschlusskonfiguration

2 x Winkel: Profil L100X10

Breite der Winkel  $b_a = 300.0$  mm

Blehabstände:  $h_o = 0.0$  mm,  $u_o = 50.0$  mm ( $h_u = 0.0$  mm,  $u_u = 50.0$  mm),  $s = 7.0$  mm

Schraubenabstände an der Stütze:  $e_{z,0} = 45.0$  mm,  $p_{z,1-2} = 70.0$  mm,  $p_{z,2-3} = 70.0$  mm,  $p_{z,3-4} = 70.0$  mm

$e_{x,0} = 40.0$  mm

Schraubenabstände am Nebenträger:  $e_{z,0} = 45.0 \text{ mm}$ ,  $p_{z,1-2} = 70.0 \text{ mm}$ ,  $p_{z,2-3} = 70.0 \text{ mm}$ ,  $p_{z,3-4} = 70.0 \text{ mm}$   
 $e_{x,0} = 40.0 \text{ mm}$

### Tragfähigkeit

Nachweis der Schweißnähte mit dem richtungsbezogenen Verfahren

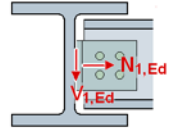
### Schnittgrößen

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

### Materialsicherheitsbeiwerte

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

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



## Gelenkiger Trägeranschluss

### Abstände der Schraubenreihen an der Stütze (rechts)

|              |                                                              |                                                                                       |
|--------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Randabstand: | $e_2 = 40.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ ,  | $e_2 = 40.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 80.0 \text{ mm}$          |
| Lochabstand: | $p_2 = 128.6 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 50.4 \text{ mm}$ , | $p_2 = 128.6 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 140.0 \text{ mm}$ |
| Randabstand: | $e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ ,  | $e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 88.0 \text{ mm}$               |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ ,  | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 140.0 \text{ mm}$  |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ ,  | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 140.0 \text{ mm}$  |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ ,  | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 140.0 \text{ mm}$  |
| Randabstand: | $e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ ,  | $e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 88.0 \text{ mm}$               |

### Abstände der Schraubenreihen am Nebenträger (rechts)

|              |                                                             |                                                                                      |
|--------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Randabstand: | $e_2 = 53.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ , | $e_2 = 53.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{\min} + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$         |
| Randabstand: | $e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ , | $e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$              |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ , | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$ |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ , | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$ |
| Lochabstand: | $p_1 = 70.0 \text{ mm} > 2.2 \cdot d_0 = 46.2 \text{ mm}$ , | $p_1 = 70.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{\min}, 200 \text{ mm}) = 120.4 \text{ mm}$ |
| Randabstand: | $e_1 = 45.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 25.2 \text{ mm}$ , | $e_1 = 45.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 74.4 \text{ mm}$              |

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

Lk 1:

## Bemessungsgrößen

Transformation der Schnittgrößen in den Bezugspunkt (Schnittpunkt der Trägerachsen)

$M_{1,Ed} = V_{j1,Ed} \cdot e_1 = -23.00 \text{ kNm}$ ,  $e_1 = -115.0 \text{ mm}$

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

## Tragfähigkeit der Verbindung

### Winkelschenkel an der Stütze:

#### Kontaktpressung

Abmessungen der Kontaktfläche  $h_D = 20.0 \text{ mm}$ ,  $b_D = 13.8 \text{ mm}$ , Druckkraft in der Kontaktfläche  $D = 32.65 \text{ kN}$

Kontrolle:  $D / (A_D \cdot f_{yD}) = 0.502 < 1$  ok.  $\Rightarrow$  Kontaktpressung vorhanden

#### Berechnung des Punktequerschnitts:

Schraube 1  $T_{y,1} = 2.04 \text{ kN}$ ,  $T_{z,1} = 25.00 \text{ kN}$ ,  $T_1 = 25.08 \text{ kN}$

Schraube 2  $T_{y,2} = 6.12 \text{ kN}$ ,  $T_{z,2} = 25.00 \text{ kN}$ ,  $T_2 = 25.74 \text{ kN}$

Schraube 3  $T_{y,3} = 10.20 \text{ kN}$ ,  $T_{z,3} = 25.00 \text{ kN}$ ,  $T_3 = 27.00 \text{ kN}$

Schraube 4  $T_{y,4} = 14.29 \text{ kN}$ ,  $T_{z,4} = 25.00 \text{ kN}$ ,  $T_4 = 28.79 \text{ kN}$

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

Schraube 1:  $U_1 = 0.416$ ,  $V_{Rd,1} = 480.9 \text{ kN}$

Schraube 2:  $U_2 = 0.427$ ,  $V_{Rd,2} = 468.7 \text{ kN}$

Schraube 3:  $U_3 = 0.448$ ,  $V_{Rd,3} = 446.8 \text{ kN}$

Schraube 4:  $U_4 = 0.477$ ,  $V_{Rd,4} = 419.0 \text{ kN}$

Abschertragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,1} = 419.0 \text{ kN}$

#### Winkelschenkel 2 mit Lochleibung:

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

Schraube 1:  $F_{b,z,1} = 102.86 \text{ kN}$ ,  $F_{b,y,1} = 91.43 \text{ kN}$ ,  $U_1 = 0.281$

$V_{Rd,1} = 711.1 \text{ kN}$

Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 124.00 \text{ kN}$ ,  $F_{b,y,2} = 91.43 \text{ kN}$ ,  $U_2 = 0.202$

$V_{Rd,2} = 992.0 \text{ kN}$

Schraube 3:  $F_{b,z,3} = 124.00 \text{ kN}$ ,  $F_{b,y,3} = 91.43 \text{ kN}$ ,  $U_3 = 0.202$

$V_{Rd,3} = 992.0 \text{ kN}$

Schraube 4:  $F_{b,z,4} = 102.86 \text{ kN}$   $F_{b,y,4} = 91.43 \text{ kN}$   $U_4 = 0.281$   $V_{Rd,4} = 711.1 \text{ kN}$   
 Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,2} = 711.1 \text{ kN}$

Stützenflansch 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:  $F_{b,z,1} = 148.80 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 152.78 \text{ kN}$   $U_1 = 0.168$   $V_{Rd,1} = 1190.4 \text{ kN}$   
 Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 148.80 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 152.78 \text{ kN}$   $U_2 = 0.168$   $V_{Rd,2} = 1190.4 \text{ kN}$   
 Schraube 3:  $F_{b,z,3} = 148.80 \text{ kN}$   $F_{b,y,3} = 152.78 \text{ kN}$   $U_3 = 0.168$   $V_{Rd,3} = 1190.4 \text{ kN}$   
 Schraube 4:  $F_{b,z,4} = 148.80 \text{ kN}$   $F_{b,y,4} = 152.78 \text{ kN}$   $U_4 = 0.168$   $V_{Rd,4} = 1190.4 \text{ kN}$   
 Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,3} = 1190.4 \text{ kN}$

**Schubtragfähigkeit:  $\min V_{Rd,a2} = V_{Rd,1} = 419.0 \text{ kN}$**

**Winkelschenkel am Nebenträger:**

Berechnung des Punktequerschnitts:

Schraube 1  $T_{y,1} = 51.43 \text{ kN}$ ,  $T_{z,1} = 50.00 \text{ kN}$ ,  $T_1 = 71.73 \text{ kN}$   
 Schraube 2  $T_{y,2} = 17.14 \text{ kN}$ ,  $T_{z,2} = 50.00 \text{ kN}$ ,  $T_2 = 52.86 \text{ kN}$   
 Schraube 3  $T_{y,3} = -17.14 \text{ kN}$ ,  $T_{z,3} = 50.00 \text{ kN}$ ,  $T_3 = 52.86 \text{ kN}$   
 Schraube 4  $T_{y,4} = -51.43 \text{ kN}$ ,  $T_{z,4} = 50.00 \text{ kN}$ ,  $T_4 = 71.73 \text{ kN}$

**Querkrafttragfähigkeit**

Schrauben mit Abscheren:

$U_i = T_i / (2 \cdot F_{v,Rd})$ ,  $V_{Rd,i} = V_{1,Ed} / U_i$ ,  $V_{Rd} = \min V_{Rd,i}$   
 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:  $U_1 = 0.595$   $V_{Rd,1} = 336.4 \text{ kN}$   
 Schraube 2:  $U_2 = 0.438$   $V_{Rd,2} = 456.5 \text{ kN}$   
 Schraube 3:  $U_3 = 0.438$   $V_{Rd,3} = 456.5 \text{ kN}$   
 Schraube 4:  $U_4 = 0.595$   $V_{Rd,4} = 336.4 \text{ kN}$   
 Abschertragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,1} = 336.4 \text{ kN}$

Winkelschenkel 1 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:  $F_{b,z,1} = 102.86 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 91.43 \text{ kN}$   $U_1 = 0.281$   $V_{Rd,1} = 711.1 \text{ kN}$   
 Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 124.00 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 91.43 \text{ kN}$   $U_2 = 0.202$   $V_{Rd,2} = 992.0 \text{ kN}$   
 Schraube 3:  $F_{b,z,3} = 124.00 \text{ kN}$   $F_{b,y,3} = 91.43 \text{ kN}$   $U_3 = 0.202$   $V_{Rd,3} = 992.0 \text{ kN}$   
 Schraube 4:  $F_{b,z,4} = 102.86 \text{ kN}$   $F_{b,y,4} = 91.43 \text{ kN}$   $U_4 = 0.281$   $V_{Rd,4} = 711.1 \text{ kN}$   
 Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,2} = 711.1 \text{ kN}$

Winkelschenkel 1 mit Zug und Schub (Blockversagen):

Schubwiderstand  $V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 288.73 \text{ kN}$   
 Schubtragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,3} = 288.7 \text{ kN}$

Winkelschenkel 1 mit Biegung und Schub:

$(A_f \cdot \sigma_{net} \cdot 0.9 \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 279.9 \text{ kN} < (A_f \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 352.5 \text{ kN} \Rightarrow$  der Lochabzug wird berücksichtigt.  
 Schubtragfähigkeit  $V_{Rd} = f_y / \gamma_{M0} / ((b' / W_{el})^2 + 3 \cdot (1/A)^2)^{1/2} = 235.63 \text{ kN}$   
 Schubtragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,4} = 2 \cdot 235.63 = 471.3 \text{ kN}$

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:  $F_{b,z,1} = 106.64 \text{ kN}$   $F_{b,y,1} = 104.18 \text{ kN}$   $U_1 = 0.494$   $V_{Rd,1} = 405.2 \text{ kN}$   
 Schraube 2:  $F_{b,z,2} = 106.64 \text{ kN}$   $F_{b,y,2} = 104.18 \text{ kN}$   $U_2 = 0.469$   $V_{Rd,2} = 426.6 \text{ kN}$   
 Schraube 3:  $F_{b,z,3} = 106.64 \text{ kN}$   $F_{b,y,3} = 104.18 \text{ kN}$   $U_3 = 0.469$   $V_{Rd,3} = 426.6 \text{ kN}$   
 Schraube 4:  $F_{b,z,4} = 106.64 \text{ kN}$   $F_{b,y,4} = 104.18 \text{ kN}$   $U_4 = 0.494$   $V_{Rd,4} = 405.2 \text{ kN}$   
 Lochleibungstragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,5} = 405.2 \text{ kN}$

Trägersteg mit Zug und Schub (Blockversagen):

Schubwiderstand  $V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} + (A_{nv} \cdot f_y / 3^{1/3}) / \gamma_{M0} = 322.75 \text{ kN}$   
 Schubtragfähigkeit gesamt:  $V_{Rd,6} = 322.8 \text{ kN}$

**Schubtragfähigkeit:  $\min V_{Rd,a1} = V_{Rd,3} = 288.7 \text{ kN}$**

**Tragfähigkeit:  $\min V_{Rd} = 288.7 \text{ kN}$**

**Nachweis der Verbindung**

$V_{Ed} = 200.0 \text{ kN}$ :  $V_{Ed} / \min V_{Rd} = 0.693 < 1$  **ok.**

## Endergebnis

Maximale Ausnutzung: Tragfähigkeit  $\max U = 0.693 < 1$  **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