

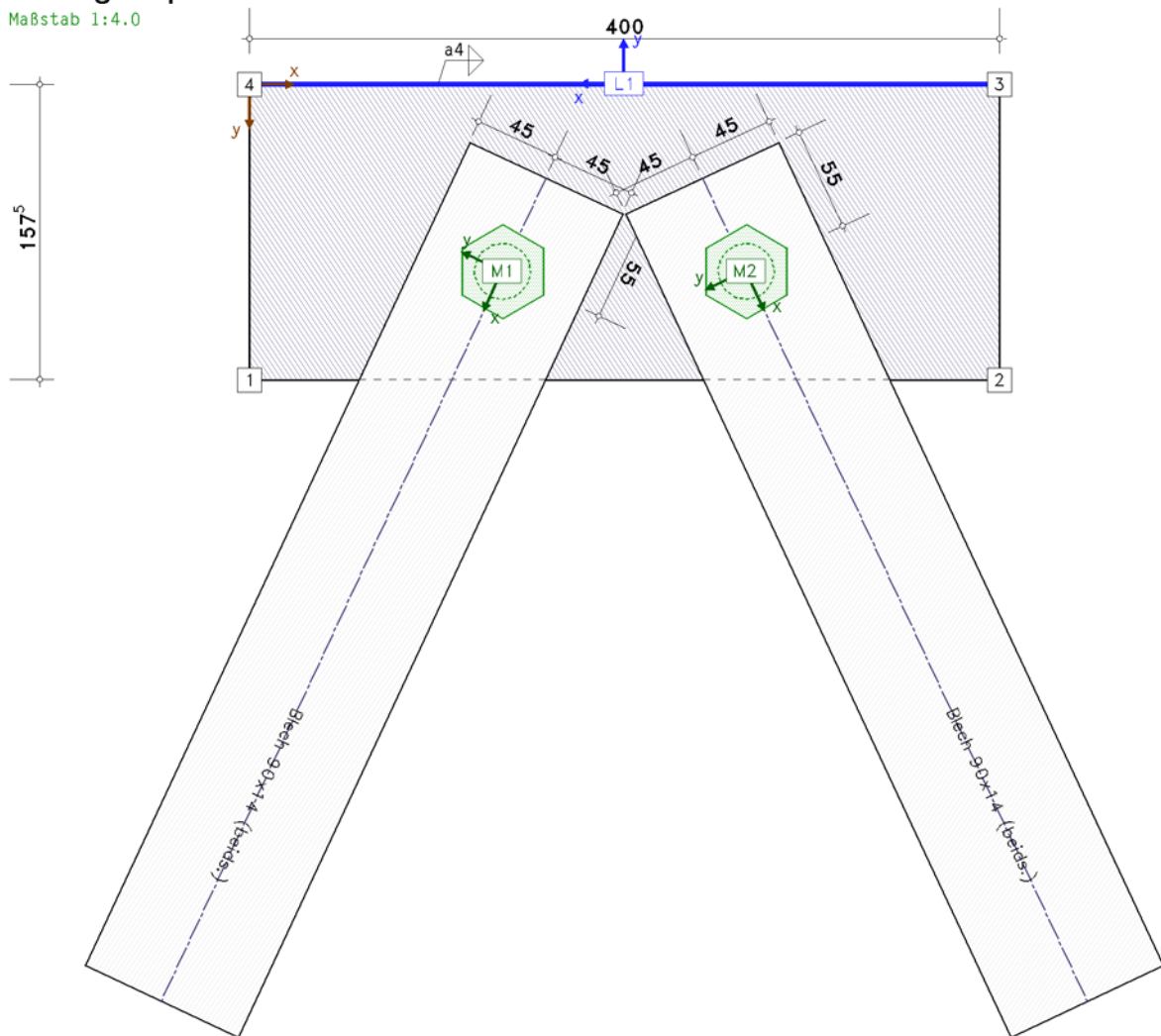
POS. 113: BSP. 3 - STREBENANSCHLUSS

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

4H-EC3FK Version: 2/2019-2e

1. Eingabeprotokoll

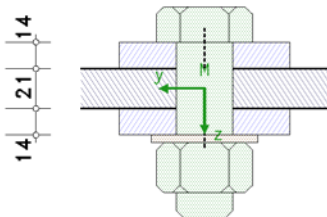
Maßstab 1:4.0



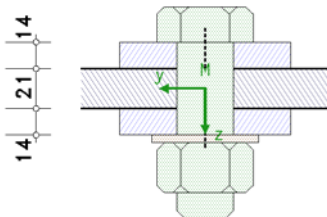
Stahlgüte S235

Schrauben 4.6

Detail M1



Detail M2



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schweißnähte

Stumpfnah (nicht durchgeschweißt), Nahtdicke $a = 4.0$ mm

Schrauben

Festigkeiten:

char. Streckgrenze $f_{yb} = 240.0$ N/mm²

char. Zugfestigkeit $f_{ub} = 420.0$ N/mm²

Schraubengröße M30, normale Schlüsselweite

Schaft in der Scherfuge

Verbindung

Knoten-/Verbindungsblech

Dicke $t_p = 21.0$ mm, Breite $b_p = 400.0$ mm, Länge $l_p = 157.5$ mm

Schweißnähte

Naht L1 (Lastabtrag): Knotenblechkante 3-4 (beidseitig geschweißt), Länge $l_L = 400.0$ mm



Schrauben

Gruppe M1 (Lasteintrag): Lastpunkt $x_M = 135.0$ mm, $y_M = 100.0$ mm, Verdrehwinkel $\alpha_M = 115.00^\circ$

Anschlussprofil (beidseitiger Anschluss)

Profilparameter (Flachstahl):

Höhe $h = 90.0$ mm, Dicke $t = 14.0$ mm

Abstände bez. auf den Lastpunkt $b_{M1} = 45.0$ mm, $b_{M2} = 45.0$ mm, $\Delta b_M = 0.0$ mm, $\Delta l_M = 55.0$ mm
beliebige Schraubenanordnung, Koordinaten der Schraubenachsen:

$x_1 = 135.0$ mm, $y_1 = 100.0$ mm

Gruppe M2 (Lasteintrag): Lastpunkt $x_M = 265.0$ mm, $y_M = 100.0$ mm, Verdrehwinkel $\alpha_M = 65.00^\circ$

Anschlussprofil (beidseitiger Anschluss)

Profilparameter (Flachstahl):

Höhe $h = 90.0$ mm, Dicke $t = 14.0$ mm

Abstände bez. auf den Lastpunkt $b_{M1} = 45.0$ mm, $b_{M2} = 45.0$ mm, $\Delta b_M = 0.0$ mm, $\Delta l_M = 55.0$ mm
beliebige Schraubenanordnung, Koordinaten der Schraubenachsen:

$x_1 = 265.0$ mm, $y_1 = 100.0$ mm

Berechnung

Schnittgrößenermittlung mit der FE-Methode

elastischer Spannungsnachweis des Knotenblechs

Nachweis der Schweißnähte mit dem richtungsbezogenen Verfahren, die Nahtdicke wird überprüft

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

plastischer Spannungsnachweis der Anschlussprofile

Schnittgrößen

Schnittgrößen bezogen auf die Lastpunkte im Knotenkoordinatensystem

Lk	$F_{x,Ed}$ kN	LPkt.
1	150.00	M1
	-150.00	M2



$F_{x,Ed}, F_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Bemessungslasten zugeh. zum Lastpunkt; LPkt.: stabbez. Lastpunkt einer M=Schraubengruppe oder L=Schweißnaht

Material Sicherheitsbeiwerte

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

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

Hinweise

Plattenbiegung aus exzentrischer Lasteinleitung wird nicht berücksichtigt.

Beulen wird weder beim Knotenblech noch bei den Anschlussprofilen untersucht.

Schraubenabstände am Anschlussprofil werden nicht überprüft.

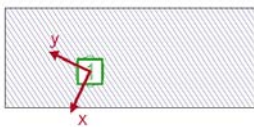
2. Lk 1

2.1. Schraubengruppe M1 (Lasteintrag)

Lastpunkt $x_M = 135.0$ mm, $y_M = 100.0$ mm, $\alpha_M = 115.0^\circ$

Belastung $F_{x,Ed} = 150.00$ kN, $F_{y,Ed} = 0.00$ kN, $M_{z,Ed} = 0.00$ kNm

Die Gruppe besteht aus 1 Schraube. Je Schraube wirken die Kräfte F_x und F_y , die aus der aufgeteilten Belastung resultieren.



2.1.1. Nachweis der Schrauben

Schraube 1: $F_{x,1} = 150.00$ kN $F_{y,1} = -0.00$ kN $F_1 = 150.00$ kN

Abscheren (2-schnittig)

Abschertragfähigkeit je Scherfuge $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 142.50$ kN, $\alpha_v = 0.60$

Abschertragfähigkeit je Schraube (2-schnittig): $\Sigma F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 285.01$ kN

Ausnutzung $U_{v,1} = F_1 / \Sigma F_{v,Rd} = 0.526$

Lochleibung Knotenblech (Abstände $\min e = 57.5$ mm, $\min p = 0.0$ mm)

Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 263.45$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.58$

Ausnutzung x $U_{bx,1} = F_{x,1} / F_{b,Rd} = 0.569$

Lochleibung Anschlussprofil, beidseitig (Abstände $e = 55.0 / 45.0$ mm, $p = 0.0 / 0.0$ mm)

Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 142.34$ kN, $k_1 = 2.12$, $\alpha_b = 0.56$

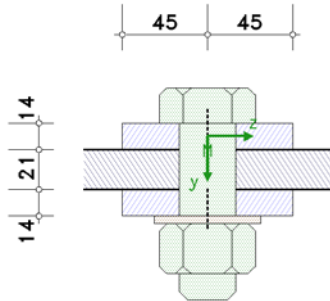
Ausnutzung x $U_{bx,1} = F_{x,1} / (2 \cdot F_{b,Rd}) = 0.527$

Gesamt

Ausnutzung $U_1 = 0.569 < 1$ ok

Ausnutzung der Schrauben: $U_{sc} = 0.569 < 1$ ok

2.1.2. Spannungsnachweis des Anschlussprofils



plastischer Nachweis für dieses Profil nicht möglich !!

Der Nachweis kann nicht geführt werden !!

Der Nachweis des Nettoquerschnitts wird bei freiem Schraubenbild nicht geführt !!

Der Nachweis des Blockversagens wird bei freiem Schraubenbild nicht geführt !!

2.1.3. Gesamt

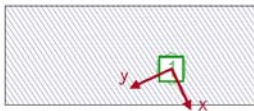
max $U_{M1} = 0.569 < 1$ ok

2.2. Schraubengruppe M2 (Lasteintrag)

Lastpunkt $x_M = 265.0$ mm, $y_M = 100.0$ mm, $\alpha_M = 65.0^\circ$

Belastung $F_{x,Ed} = -150.00$ kN, $F_{y,Ed} = 0.00$ kN, $M_{z,Ed} = 0.00$ kNm

Die Gruppe besteht aus 1 Schraube. Je Schraube wirken die Kräfte F_x und F_y , die aus der aufgeteilten Belastung resultieren.



2.2.1. Nachweis der Schrauben

Schraube 1: $F_{x,1} = -150.00$ kN $F_{y,1} = 0.00$ kN $F_1 = 150.00$ kN

Abscheren (2-schnittig)

Abschertragfähigkeit je Scherfuge $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} = 142.50$ kN, $\alpha_v = 0.60$

Abschertragfähigkeit je Schraube (2-schnittig): $\Sigma F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 285.01$ kN

Ausnutzung $U_{v,1} = F_1 / \Sigma F_{v,Rd} = 0.526$

Lochleibung Knotenblech (Abstände min $e = 57.5$ mm, min $p = 0.0$ mm)

Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 263.45$ kN, $k_1 = 2.50$, $\alpha_b = 0.58$

Ausnutzung x $U_{bx,1} = F_{x,1} / F_{b,Rd} = 0.569$

Lochleibung Anschlussprofil, beidseitig (Abstände $e = 55.0 / 45.0$ mm, $p = 0.0 / 0.0$ mm)

Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2} = 142.40$ kN, $k_1 = 2.12$, $\alpha_b = 0.56$

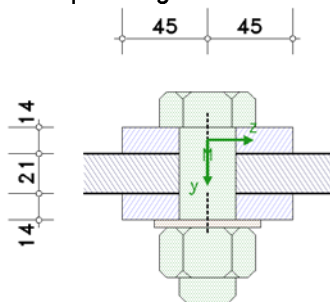
Ausnutzung x $U_{bx,1} = F_{x,1} / (2 \cdot F_{b,Rd}) = 0.527$

Gesamt

Ausnutzung $U_1 = 0.569 < 1$ ok

Ausnutzung der Schrauben: $U_{sc} = 0.569 < 1$ ok

2.2.2. Spannungsnachweis des Anschlussprofils



plastischer Nachweis für dieses Profil nicht möglich !!

Der Nachweis kann nicht geführt werden !!

Der Nachweis des Nettoquerschnitts wird bei freiem Schraubenbild nicht geführt !!

Der Nachweis des Blockversagens wird bei freiem Schraubenbild nicht geführt !!

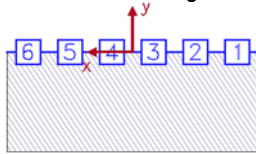
2.2.3. Gesamt

max $U_{M2} = 0.569 < 1$ ok

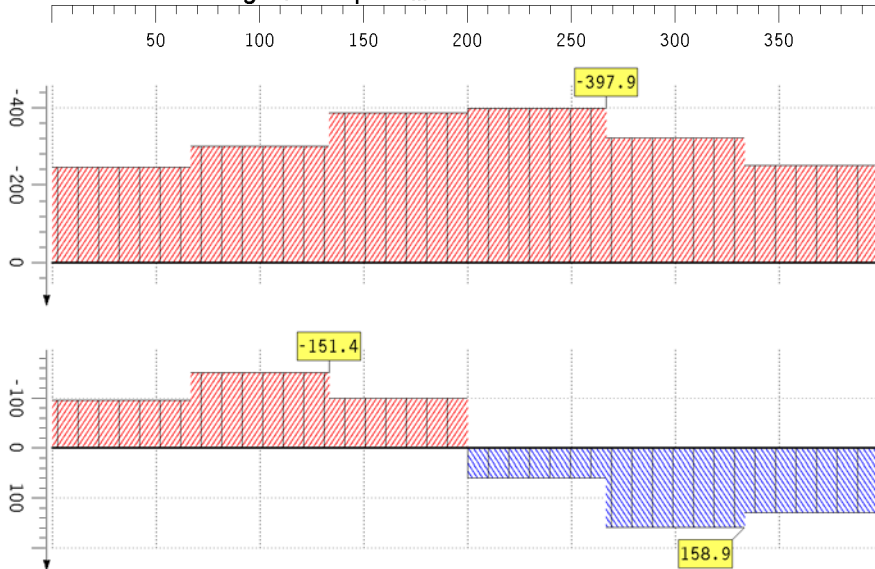
2.3. Schweißnaht L1 (Lastabtrag)

Lagerpunkt $x_L = 200.0$ mm, $y_L = 0.0$ mm, $\alpha_L = 180.0^\circ$, Länge $l_L = 400.0$ mm

Eine Naht wird in 6 Abschnitte unterteilt. Je Abschnitt wirken die Nahtkräfte F_i und F_m , die aus den FEM-Ergebnissen resultieren: $\Sigma F_{x,i} = -126.79$ kN, $\Sigma F_{y,i} = -0.00$ kN, $\Sigma M_{z,i} = 4.93$ kNm



2.3.1. Schnittkräfte längs f_i und quer f_m



max $f_i = -245.51$ N/mm
min $f_i = -397.95$ N/mm
L = 400.0 mm

max $f_m = 158.94$ N/mm
min $f_m = -151.42$ N/mm
L = 400.0 mm

2.3.2. Nachweis der Schweißnähte

Abschn. 1: $f_i = -245.5$ N/mm, $f_m = -96.2$ N/mm $\Rightarrow F_i = -16.37$ kN, $F_m = -6.41$ kN, $l_1 = 66.7$ mm

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = -0.68$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_s) = -0.68$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_p) = -2.46$ kN/cm

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 17.01$ N/mm² $\tau_s = 17.01$ N/mm² $\tau_p = 61.38$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 111.62$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = 111.62$ N/mm² < $f_{1w,d} = 360.00$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.310 < 1$ **ok**

$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 17.01$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20$ N/mm²

$\sigma_{2,w,Ed} = 17.01$ N/mm² < $f_{2w,d} = 259.20$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.066 < 1$ **ok**

Abschn. 2: $f_i = -300.1$ N/mm, $f_m = -151.4$ N/mm $\Rightarrow F_i = -20.01$ kN, $F_m = -10.09$ kN, $l_2 = 66.7$ mm

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = -1.07$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_s) = -1.07$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_p) = -3.00$ kN/cm

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 26.77$ N/mm² $\tau_s = 26.77$ N/mm² $\tau_p = 75.02$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 140.53$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = 140.53$ N/mm² < $f_{1w,d} = 360.00$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.390 < 1$ **ok**

$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 26.77$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20$ N/mm²

$\sigma_{2,w,Ed} = 26.77$ N/mm² < $f_{2w,d} = 259.20$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.103 < 1$ **ok**

Abschn. 3: $f_i = -386.3$ N/mm, $f_m = -100.1$ N/mm $\Rightarrow F_i = -25.75$ kN, $F_m = -6.67$ kN, $l_3 = 66.7$ mm

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = -0.71$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_s) = -0.71$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_p) = -3.86$ kN/cm

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 17.69$ N/mm² $\tau_s = 17.69$ N/mm² $\tau_p = 96.57$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 170.97$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = 170.97$ N/mm² < $f_{1w,d} = 360.00$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.475 < 1$ **ok**

$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 17.69$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20$ N/mm²

$\sigma_{2,w,Ed} = 17.69$ N/mm² < $f_{2w,d} = 259.20$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.068 < 1$ **ok**

Abschn. 4: $f_i = -397.9$ N/mm, $f_m = 59.1$ N/mm $\Rightarrow F_i = -26.53$ kN, $F_m = 3.94$ kN, $l_4 = 66.7$ mm

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = 0.42$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_s) = 0.42$ kN/cm $F_{Ed}(\tau_p) = -3.98$ kN/cm

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 10.44$ N/mm² $\tau_s = 10.44$ N/mm² $\tau_p = 99.49$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 173.58$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00$ N/mm²

$\sigma_{1,w,Ed} = 173.58$ N/mm² < $f_{1w,d} = 360.00$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.482 < 1$ **ok**

$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 10.44$ N/mm²

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20$ N/mm²

$$\sigma_{2,w,Ed} = 10.44 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.040 < 1 \text{ ok}$$

Abschn. 5: $f_l = -321.9 \text{ N/mm}$, $f_m = 158.9 \text{ N/mm} \Rightarrow F_l = -21.46 \text{ kN}$, $F_m = 10.60 \text{ kN}$, $l_5 = 66.7 \text{ mm}$

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = 1.12 \text{ kN/cm}$ $F_{Ed}(\tau_s) = 1.12 \text{ kN/cm}$ $F_{Ed}(\tau_p) = -3.22 \text{ kN/cm}$

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 28.10 \text{ N/mm}^2$ $\tau_s = 28.10 \text{ N/mm}^2$ $\tau_p = 80.47 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 150.27 \text{ N/mm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{1,w,Ed} = 150.27 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 360.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.417 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 28.10 \text{ N/mm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{2,w,Ed} = 28.10 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.108 < 1 \text{ ok}$$

Abschn. 6: $f_l = -250.1 \text{ N/mm}$, $f_m = 129.7 \text{ N/mm} \Rightarrow F_l = -16.67 \text{ kN}$, $F_m = 8.65 \text{ kN}$, $l_6 = 66.7 \text{ mm}$

Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: $F_{Ed}(\sigma_s) = 0.92 \text{ kN/cm}$ $F_{Ed}(\tau_s) = 0.92 \text{ kN/cm}$ $F_{Ed}(\tau_p) = -2.50 \text{ kN/cm}$

Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: $\sigma_s = 22.93 \text{ N/mm}^2$ $\tau_s = 22.93 \text{ N/mm}^2$ $\tau_p = 62.52 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 117.60 \text{ N/mm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): $f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 360.00 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{1,w,Ed} = 117.60 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 360.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.327 < 1 \text{ ok}$$

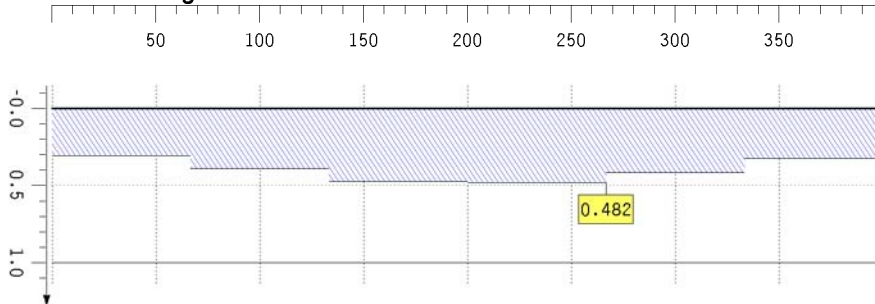
$$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 22.93 \text{ N/mm}^2$$

Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): $f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 259.20 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{2,w,Ed} = 22.93 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.088 < 1 \text{ ok}$$

Ausnutzung der Schweißnähte: $U_{sa} = 0.482 < 1 \text{ ok}$

2.3.3. Ausnutzung U_{L1}



max $U_{L1} = 0.482$
L = 400.0 mm

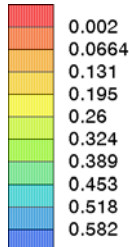
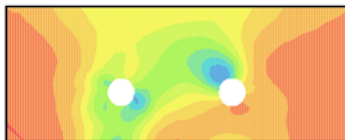
2.3.4. Gesamt

max $U_{L1} = 0.482 < 1 \text{ ok}$

2.4. Knotenblech

Ausnutzung U_p

max $U_p = 0.581$



Ausnutzung

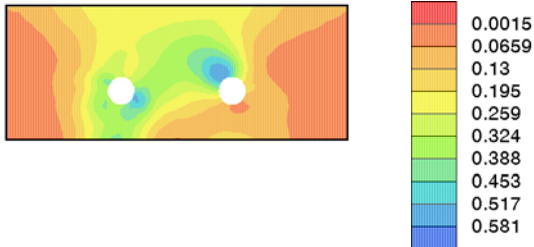
Kno	x mm	y mm	σ N/mm ²	τ N/mm ²	σ_v N/mm ²	U_p
62	150.32	106.12	125.87	0.00	0.00	0.536
184	252.50	82.29	55.16	72.18	136.64	0.581
270	245.41	82.30	26.72	74.43	131.66	0.560

x,y: Knotenkoordinaten; σ, τ, σ_v : Spannungen; $\sigma_v=0$: σ, τ Hauptspannungen; U_p : Ausnutzung

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung des Blechs max U_p aus 1 Lk

max max $U_p = 0.581$



Maximale Ausnutzung des Blechs aus 1 Lk: max U_p mit Zugehörigen

Kno	x mm	y mm	u_x mm	u_y mm	u mm	σ_x N/mm ²	τ N/mm ²	σ_v N/mm ²	U_p
184	252.50	82.29	-0.072	-0.043	0.084	55.16	72.18	136.64	0.581

x,y: Knotenkoordinaten; u_x, u_y, u : Verschiebungen; n_{xx}, n_{yy}, n_{xy} : Normalkräfte; σ, τ, σ_v : Spannungen; $\sigma_v=0$: σ, τ Hauptspannungen
 U_p : Ausnutzung

Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 1]

max $U_{sc} = 0.569 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 1]

max $U_{sa} = 0.482 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung des Knotenblechs [Lk 1]

max $U_p = 0.581 < 1$ ok

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

Der Nachweis konnte nicht erbracht werden, s. Lk 1 !!

4. 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/A1, Ergänzungen zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014

DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

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