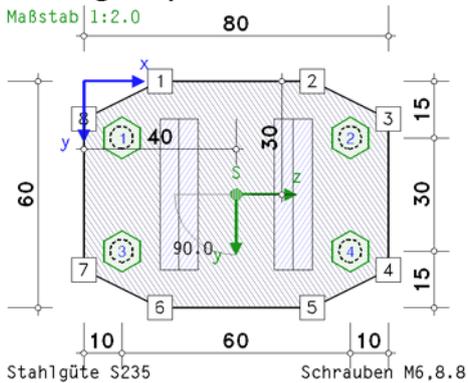


POS. 10: POLYPLATTE DOPPELBLECH

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

4H-EC3FS Version: 2/2025-1b

1. Eingabeprotokoll



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M6, normale Schlüsselweite

Schaft in der Scherfuge

Verbindung

Stirnplatte (polygonal):

Pkt.	x_p mm	y_p mm	Pkt.	x_p mm	y_p mm
1	20.0	0.0	5	60.0	60.0
2	60.0	0.0	6	20.0	60.0
3	80.0	10.0	7	0.0	50.0
4	80.0	50.0	8	0.0	10.0

Dicke $t_p = 8.0$ mm

Träger: $h = 40.0$ mm, $b = 40.0$ mm, $A = 8.00$ cm², $y_s = -20.0$ mm, $z_s = 20.0$ mm

$I_y = 18.67$ cm⁴, $I_z = 10.67$ cm⁴, $I_T = 2.67$ cm⁴, $I_\omega = 24.00$ cm⁶

Verdrehung des Querschnitts um den Profilschwerpunkt $\beta = 90.0^\circ$

Träger-Stirnplatte: umlaufende Kehlnaht, Nahtdicke $a = 4.0$ mm

Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)

Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte $x_s = 40.0$ mm, $y_s = 30.0$ mm

Schrauben:

gleichmäßige Anordnung der Schrauben, 2 vertikale und 2 horizontale Reihen

Randabstände oben $e_o = 15.0$ mm, unten $e_u = 15.0$ mm

Schraubenabstände $p_{y,1-2} = 30.0$ mm

Randabstände links $e_l = 10.0$ mm, rechts $e_r = 10.0$ mm

Schraubenabstände $p_{x,1-2} = 60.0$ mm

Berechnung

Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise

Nachweis der Stirnplatte mit dem plastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen

Nachweis des Trägerquerschnitts mit dem elastischen Verfahren

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

FEM-Berechnung:

Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben $c_f = 1863.6$ kN/cm

plastische Grenzkraft $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd} = 11.0$ kN, $f_{t,f} = 0.950$, $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 11.58$ kN, $k_2 = 0.90$

wirksame Bruchdehnung $\epsilon_{t,f} = f_{t,\epsilon} \cdot \epsilon_{ub} = 3.0\%$, $f_{t,\epsilon} = 0.250$, $\epsilon_{ub} = 12.0\%$

ohne Vorspannung ($F_{p,c} = 0$)

rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte $c_b = 26250.0$ kN/cm³

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x = 35 / 2.3$ mm, $n_y / \Delta y = 26 / 2.3$ mm

max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5%

Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen

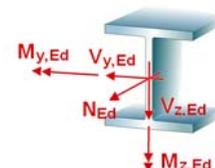
Lk 1: $N_{Ed} = -0.35$ kN, $M_{y,Ed} = 0.38$ kNm, $V_{z,Ed} = 0.23$ kN
 $M_{z,Ed} = 0.00$ kNm, $V_{y,Ed} = 0.00$ kN

Lk 2: $N_{Ed} = -0.88$ kN, $M_{y,Ed} = 0.29$ kNm, $V_{z,Ed} = 0.17$ kN
 $M_{z,Ed} = 0.04$ kNm, $V_{y,Ed} = 0.02$ kN

Lk 3: $N_{Ed} = -0.88$ kN, $M_{y,Ed} = 0.07$ kNm, $V_{z,Ed} = 0.28$ kN
 $M_{z,Ed} = -0.03$ kNm, $V_{y,Ed} = -0.02$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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



Lokale Beanspruchungen insbesondere des Trägers und der Schweißnähte werden nicht berücksichtigt !

4H-QUER-Querschnitte sind über ihre Mittellinien beschrieben.

Rand- und Schraubenabstände sind daher separat zu überprüfen !!

FEM: Der Schraubenabstand vom freien Blechrand ist zu gering (min $e = 8.9 \text{ mm} < 12.0 \text{ mm}$).

Die Genauigkeit der Ergebnisse kann nicht gewährleistet werden !!

Ausnutzungen

In der Ausnutzung der Schrauben aus Zug $U_{t,s}$ ist die minimale plastische Ausnutzung der Verbindung U_{pl} sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte $U_{pl,s}$ enthalten.

Lk	U_p	U_σ	U_b	$U_{pl,s}$	$U_{pl,t,s}$	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	U_q	U
1	0.331	0.331	0.100	0.220	0.361	0.044	0.088	0.250	0.003	0.176	0.361*
2	0.263	0.263	0.081	0.153	0.264	0.036	0.071	0.203	0.002	0.165	0.264
3	0.076	0.076	0.029	0.023	0.087	0.011	0.021	0.065	0.003	0.066	0.087

U_p : Ausnutzung der Stirnplatte; U_σ : Ausnutzung der Stirnplatte aus Spannung; U_b : Ausnutzung der Stirnplatte aus Kontaktpressung

$U_{pl,s}$: minimale plast. Ausnutzung der Verbindung; $U_{pl,t,s}$: plast. Ausnutzung der Schraubenzugkräfte; $U_{wt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung

$U_{t,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Zug; $U_{vt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Abscheren; $U_{b,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Lochleibung

U_q : Spannungsausnutzung des Trägers; U : Gesamtausnutzung

*) maximale Ausnutzung

2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 3 Lk: max U_p mit Zugehörigen

Kno	x	y	u_z	b_z	m_{xx}	m_{yy}	m_{xy}	q_x	q_y	U_p
	mm	mm	mm	N/mm ²	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	
656	54.9	16.1	0.025	0.00	-1.40	-0.44	0.01	18.35	-1.70	0.331

x,y: Knotenkoordinaten; u_z : Verformungen (abhebend positiv); b_z : Kontaktpressungen (Druck positiv); m_{xx}, m_{yy}, m_{xy} : Momente
 q_x, q_y : Querkräfte; q_x, q_y : Querkräfte; U_p : Ausnutzung der Stirnplatte

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus 3 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x	y	F_t	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s
	mm	mm	kN				
1	10.0	15.0	0.01	---	0.006	0.003	0.088
2	70.0	15.0	3.97	0.044	0.250	0.002	0.250
3	10.0	45.0	0.01	---	0.006	0.003	0.088
4	70.0	45.0	3.97	0.044	0.250	0.002	0.250

x,y: Schraubenkoordinaten; F_t : Schraubenkraft; U_{wt} : Ausnutzung aus Dehnung; U_{vt} : Ausnutzung aus Abscheren
 U_b : Ausnutzung aus Lochleibung; U_s : Ausnutzung der Schrauben

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte [Lk 1]

max $U_p = 0.331 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 1]

max $U_{wt,s} = 0.044 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 1]

max $U_s = 0.361 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 1]

max $(U_q, U_{ct}) = 0.176 < 1$ ok

Maximale Ausnutzung [Lk 1]

max $U = 0.361 < 1$ ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

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

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

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

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

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

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

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

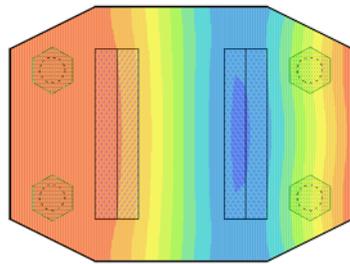
4. Lk 1 (maßgebend)

4.1. Stirnplatte

Bemessungsgrößen: $N = -0.35 \text{ kN}$, $M_y = 0.38 \text{ kNm}$

Verformungen u_z [mm]

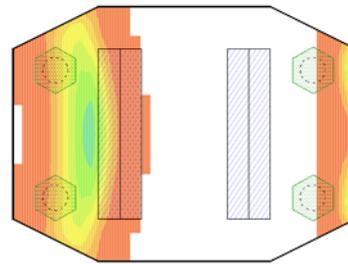
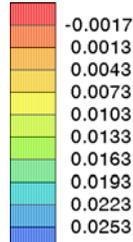
min $u_z = -0.0017 \text{ mm}$, max $u_z = 0.0256 \text{ mm}$



Verformungen abhebend positiv

Kontaktpressungen b_z [N/mm²]

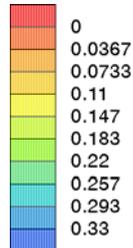
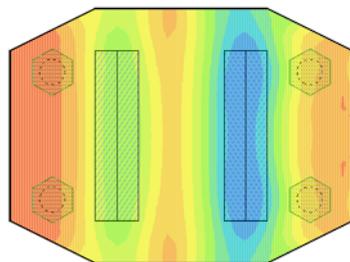
min $b_z = 0.00 \text{ N/mm}^2$, max $b_z = 23.58 \text{ N/mm}^2$



Kontaktpressungen Druck positiv

Ausnutzung der Stirnplatte U_p

min $U_p = 0.000$, max $U_p = 0.331$



Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u_z mm	b_z N/mm ²	U_p
602	50.3	16.1	0.025	0.00	0.292
656	54.9	16.1	0.025	0.00	0.331
952	80.0	13.8	-0.002	23.58	0.100

x,y: Knotenkoordinaten; u_z : Verformungen (abhebend positiv); b_z : Kontaktpressungen (Druck positiv); U_p : Ausnutzung der Stirnplatte

Ausnutzung der Schrauben

	x mm	y mm	w_t mm	F_t kN	ϵ_{wt} %	U_{wt}
1	10.0	15.0	-0.000	0.01	0.000	---
2	70.0	15.0	0.011	3.97	0.133	0.044
3	10.0	45.0	-0.000	0.01	0.000	---
4	70.0	45.0	0.011	3.97	0.133	0.044

x,y: Schraubenkoordinaten; w_t : Verformung (Zug positiv); F_t : Schraubenkraft; ϵ_{wt} : Dehnung
 U_{wt} : Ausnutzung aus Dehnung

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 656] $U_{max} = 0.331 < 1$ ok

Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 2] $U_{s,max} = 0.044 < 1$ ok

minimale plastische Ausnutzung der Schrauben $U_{pl,s,min} = 0.220 < 1$ ok

plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte $U_{pl,t,s} = 0.361 < 1$ ok

4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min $F_t = 0.01 \text{ kN}$, max $F_t = 3.97 \text{ kN}$, $V_z = 0.23 \text{ kN}$

Nachweis der Schrauben

U_{tp} Ausnutzung aus Durchstanzen, U_{vt} Ausnutzung aus Abscheren mit Zug, U_b Ausnutzung aus Lochleibung, U Ausnutzung der Schrauben

Schraube 1	$U_{tp,1} = 0.000$	$U_{vt,1} = 0.006$	$U_{b,1} = 0.003$	$U_1 = 0.006$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.088$	$U_{vt,2} = 0.250$	$U_{b,2} = 0.002$	$U_2 = 0.250$
Schraube 3	$U_{tp,3} = 0.000$	$U_{vt,3} = 0.006$	$U_{b,3} = 0.003$	$U_3 = 0.006$
Schraube 4	$U_{tp,4} = 0.088$	$U_{vt,4} = 0.250$	$U_{b,4} = 0.002$	$U_4 = 0.250$
Gesamt:	$U_{tp} = 0.088$	$U_{vt} = 0.250$	$U_b = 0.003$	$U = 0.250 < 1$ ok

In der Ausnutzung der Schrauben max U_s ist die minimale plastische Ausnutzung der Schrauben min $U_{pl,s} = 0.220$ sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte $U_{pl,t,s} = 0.361$ enthalten.

Ausnutzung der Schrauben $U_{max} = 0.361 < 1$ ok

4.3. Träger

elastischer Spannungsnachweis für $N = -0.35 \text{ kN}$, $M_y = 0.38 \text{ kNm}$, $V_z = 0.23 \text{ kN}$
Nachweis: $\sigma_v = 41.38 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{v,Rd} = 235.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_\sigma = 0.176 < 1$ **ok**

Ausnutzung des Trägers $\max(U_\sigma, U_{c/t}) = 0.176 < 1$ **ok**

4.4. Gesamt

Ausnutzung Lk 1 $U_{\max} = 0.361 < 1$ **ok**