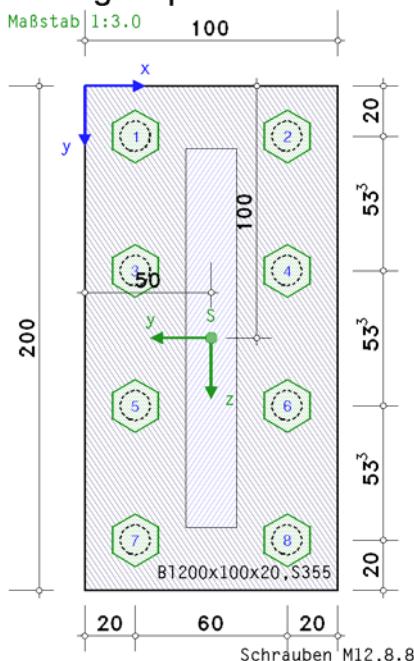


POS. 8: FLACHSTAHL

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

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

1. Eingabeprotokoll



Schrauben

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M12, normale Schlüsselweite

Gewinde in der Scherfuge

Verbindung

Stirnplatte (rechteckig): Dicke $t_p = 20.0$ mm, Breite $b_p = 100.0$ mm, Länge $l_p = 200.0$ mm, Stahlgüte S355

Träger: Profilparameter (Flachstahl):

$h = 150.0$ mm, $t = 20.0$ mm, Stahlgüte S235

Träger-Stirnplatte: umlaufende Stumpfnaht (durchgeschweißt)

Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)

Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte $x_s = 50.0$ mm, $y_s = 100.0$ mm

Schrauben:

gleichmäßige Anordnung der Schrauben, 2 vertikale und 4 horizontale Reihen

Randabstände oben, unten $e_o = e_u = 20.0$ mm, Schraubenabstände $p_y = 53.3$ mm

Randabstände links, rechts $e_l = e_r = 20.0$ mm, Schraubenabstände $p_x = 60.0$ mm

Berechnung

Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise

Nachweis der Stirnplatte mit dem plastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

FEM-Berechnung:

Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben $c_f = 3381.7$ kN/cm

plastische Grenzkraft $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd} = 46.1$ kN, $f_{t,f} = 0.950$, $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_M 2 = 48.56$ kN, $k_2 = 0.90$

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

ohne Vorspannung ($F_p, c = 0$)

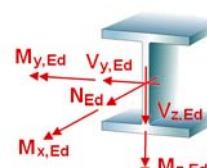
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte $c_b = 10500.0$ kN/cm³

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x = 20 / 5.0$ mm, $n_y / \Delta y = 40 / 5.0$ mm

max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5%

Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen

Lk	N_{Ed} kN	$M_{y,Ed}$ kNm	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{z,Ed}$ kNm	$V_{y,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNm
1	-12.34	-93.52	0.92	70.92	0.16	-0.12
2	7.05	-2244.87	25.86	-347.75	-0.78	129.03
3	1.10	-28.71	0.54	-152.64	-0.34	-7.61
4	-1.02	-2283.76	26.09	-213.61	-0.48	133.53
5	-1.72	-2283.89	26.08	-183.13	-0.41	16.86
6	1.60	-28.62	0.54	-173.98	-0.39	74.06
7	-1.84	-2281.83	26.07	-178.23	-0.40	12.35
8	1.68	-30.06	0.55	-177.41	-0.40	77.22
9	6.45	-2267.74	26.00	-258.61	-0.58	131.97



Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_M 0 = 1.00$

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

FEM: Der Schraubenabstand vom freien Blechrand ist zu gering (min $e = 20.0$ mm < 24.0 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_p 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
1	0.060	0.060	0.025	0.005	0.063	0.009	0.012	0.055	---	0.063
2	0.740	0.740	0.461	0.661	0.904	0.564	0.161	0.717	0.119	0.904*
3	0.133	0.133	0.022	0.090	0.134	0.021	0.029	0.125	0.002	0.134
4	0.696	0.696	0.449	0.649	0.828	0.408	0.161	0.713	0.108	0.828
5	0.686	0.686	0.443	0.647	0.812	0.372	0.161	0.691	0.063	0.812
6	0.151	0.151	0.025	0.104	0.154	0.023	0.033	0.164	0.016	0.164
7	0.685	0.685	0.441	0.646	0.808	0.365	0.161	0.691	0.061	0.808
8	0.154	0.154	0.025	0.106	0.157	0.024	0.034	0.167	0.016	0.167
9	0.714	0.714	0.456	0.666	0.865	0.481	0.161	0.715	0.113	0.865

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: Gesamtausnutzung

*) maximale Ausnutzung

2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 9 Lk: max U_p mit Zugehörigen

Kno	x mm	y mm	u_z mm	b_z N/mm ²	m_{xx} kNm/m	m_{yy} kNm/m	m_{xy} kNm/m	q_x kN/m	q_y kN/m	U_p
376	45.0	30.0	0.279	0.00	-27.24	-17.78	-0.30	1142.28	479.99	0.740

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 9 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x mm	y mm	F_t kN	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s
1	20.0	20.0	46.13	0.564	0.717	0.010	0.717
2	80.0	20.0	46.11	0.213	0.711	0.009	0.711
3	20.0	73.3	46.13	0.338	0.706	0.006	0.706
4	80.0	73.3	34.68	0.090	0.621	0.029	0.621
5	20.0	126.7	38.54	0.097	0.655	0.013	0.655
6	80.0	126.7	4.48	0.011	0.235	0.023	0.235
7	20.0	180.0	0.21	---	0.447	0.119	0.447
8	80.0	180.0	0.20	---	0.202	0.053	0.202

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 2]

max $U_p = 0.740 < 1$ **ok**

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 2]

max $U_{wt,s} = 0.564 < 1$ **ok**

Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 2]

max $U_s = 0.904 < 1$ **ok**

Maximale Ausnutzung [Lk 2]

max $U = 0.904 < 1$ **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

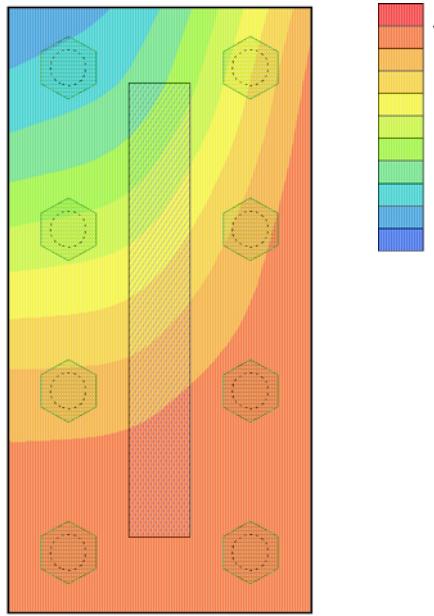
4. Lk 2 (maßgebend)

4.1. Stirnplatte

Bemessungsgrößen: $N = 7.05 \text{ kN}$, $M_y = -22.45 \text{ kNm}$, $M_z = -3.48 \text{ kNm}$

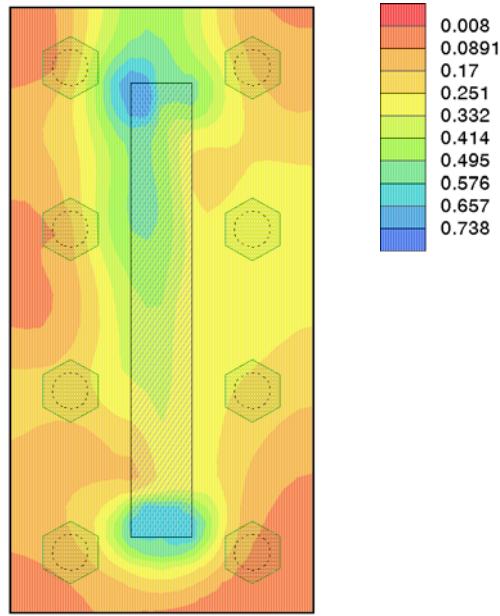
Verformungen u_z [mm]

min $u_z = -0.0170 \text{ mm}$, max $u_z = 0.3989 \text{ mm}$



Ausnutzung der Stirnplatte U_p

min $U_p = 0.008$, max $U_p = 0.740$



Verformungen abhebend positiv

Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u_z mm	U_p
1	0.0	0.0	0.399	0.012
376	45.0	30.0	0.279	0.740

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

Ausnutzung der Schrauben

	x mm	y mm	wt mm	F_t kN	ϵ_{wt} %	U_{wt}
1	20.0	20.0	0.338	46.13	1.692	0.564
2	80.0	20.0	0.128	46.11	0.638	0.213
3	20.0	73.3	0.203	46.13	1.013	0.338
4	80.0	73.3	0.054	34.68	0.270	0.090
5	20.0	126.7	0.058	38.54	0.292	0.097
6	80.0	126.7	0.008	5.19	0.038	0.013
7	20.0	180.0	-0.001	0.21	0.000	---
8	80.0	180.0	-0.002	0.20	0.000	---

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

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 376] $U_{max} = 0.740 < 1$ **ok**

Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 1] $U_{s,max} = 0.564 < 1$ **ok**

minimale plastische Ausnutzung der Schrauben $U_{pl,s,min} = 0.661 < 1$ **ok**

plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte $U_{pl,t,s} = 0.904 < 1$ **ok**

4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min $F_t = 0.20 \text{ kN}$, max $F_t = 46.13 \text{ kN}$, $V_z = 25.86 \text{ kN}$, $V_y = -0.78 \text{ kN}$, $M_x = 1.29 \text{ kNm}$

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	$U_{tp,1} = 0.161$	$U_{vt,1} = 0.717$	$U_b,1 = 0.010$	$U_1 = 0.717$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.161$	$U_{vt,2} = 0.711$	$U_b,2 = 0.009$	$U_2 = 0.711$
Schraube 3	$U_{tp,3} = 0.161$	$U_{vt,3} = 0.706$	$U_b,3 = 0.006$	$U_3 = 0.706$
Schraube 4	$U_{tp,4} = 0.121$	$U_{vt,4} = 0.621$	$U_b,4 = 0.029$	$U_4 = 0.621$
Schraube 5	$U_{tp,5} = 0.134$	$U_{vt,5} = 0.655$	$U_b,5 = 0.013$	$U_5 = 0.655$
Schraube 6	$U_{tp,6} = 0.018$	$U_{vt,6} = 0.215$	$U_b,6 = 0.029$	$U_6 = 0.215$
Schraube 7	$U_{tp,7} = 0.001$	$U_{vt,7} = 0.447$	$U_b,7 = 0.119$	$U_7 = 0.447$
Schraube 8	$U_{tp,8} = 0.001$	$U_{vt,8} = 0.202$	$U_b,8 = 0.053$	$U_8 = 0.202$

Gesamt: $U_{tp} = 0.161$ $U_{vt} = 0.717$ $U_b = 0.119$ $U = 0.717 < 1$ **ok**

In der Ausnutzung der Schrauben max U_s ist die minimale plastische Ausnutzung der Schrauben min $U_{pl,s} = 0.661$ sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte $U_{pl,t,s} = 0.904$ enthalten.

Ausnutzung der Schrauben $U_{max} = 0.904 < 1$ **ok**

4.3. Gesamt

Ausnutzung Lk 2 $U_{max} = 0.904 < 1$ **ok**