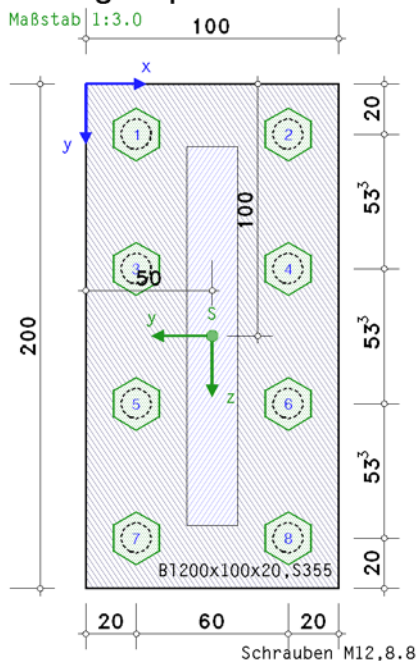


# POS. 8: FLACHSTAHL

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 Stumpfnah (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,  $f_{t,f} = 0.950$ ,  $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 48.56$  kN,  $k_2 = 0.90$

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

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

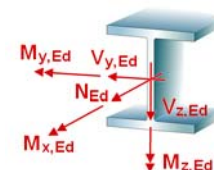
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte  $c_b = 10500.0$  kN/cm<sup>3</sup>

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	$M_{y,Ed}$ kNcm	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{z,Ed}$ kNcm	$V_{y,Ed}$ kN	$M_{x,Ed}$ kNcm
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  $\gamma_{M0} = 1.00$



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

FEM: Der Schraubenabstand vom freien Blechrand ist zu gering (min  $e = 20.0 \text{ mm} < 24.0 \text{ mm}$ ).  
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  $U_{pl,t,s}$  enthalten.

Lk	$U_p$	$U_\sigma$	$U_b$	$U_{pl,s}$	$U_{pl,t,s}$	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	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;  $U_\sigma$ : 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 <sup>2</sup>	$m_{xx}$ 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

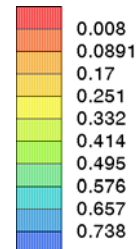
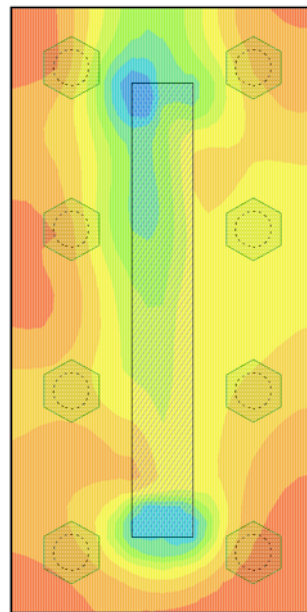
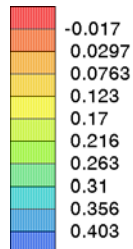
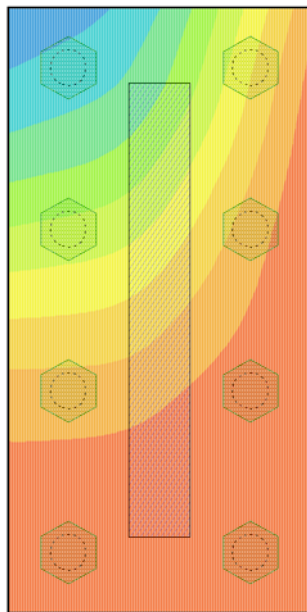
Bemessungsgrößen:  $N = 7.05 \text{ kN}$ ,  $M_y = -22.45 \text{ kNm}$ ,  $M_z = -3.48 \text{ kNm}$

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	w_t mm	$F_t$ kN	$\epsilon_{wt}$ %	$U_{wt}$
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;  $w_t$ : Verformung (Zug positiv);  $F_t$ : Schraubenkraft;  $\epsilon_{wt}$ : 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