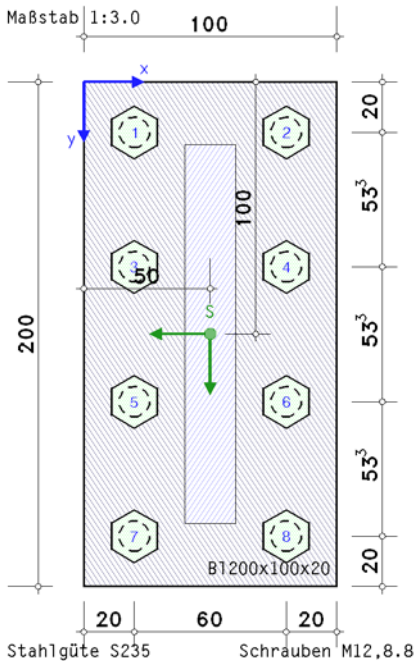


geschraubter Stirnplattenstoß

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



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M12, Gewinde in der Scherfuge

Verbindung

Stirnplatte: Dicke  $t_p = 20.0$  mm, Breite  $b_p = 100.0$  mm, Länge  $l_p = 200.0$  mm

Träger: Profilparameter (Flachstahl):

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

Träger-Stirnplatte: umlaufende Stumpfnah (durchgeschweißt)

Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (übereinstimmende Schwerpunkte)

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  $p_x = 60.0$  mm

Randabstände links, rechts  $e_l = e_r = 20.0$  mm, Schraubenabstände  $p_y = 53.3$  mm

Berechnung

Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Bemessung

Nachweis der Stirnplatte mit dem plastischen Verfahren

Nachweis der Schweißnähte mit dem richtungsbezogenen Verfahren

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

FEM-Berechnung:

Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben  $c_f = 4536.9$  kN/cm

plastische Grenzkraft  $F_{t,f} = f_{t,f} F_{t,Rd} = 46.1$  kN,  $f_{t,f} = 0.950$ ,  $F_{t,Rd} = 48.6$  kN, wirksame Bruchdehnung  $\epsilon_{t,f} = 6.0\%$  ohne Vorspannung ( $F_{p,c} = 0$ )

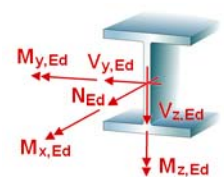
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte  $c_b = 21000.0$  kN/cm<sup>3</sup>

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung  $n_x / \Delta x = 20 / 5.0$  mm,  $n_y / \Delta y = 20 / 10.0$  mm

max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5%.

Schnittgrößen

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	-12.3	-93.5	0.9	70.9	0.2	-0.1
2	7.1	-2244.9	25.9	-347.7	-0.8	129.0
3	1.1	-28.7	0.5	-152.6	-0.3	-7.6
4	-1.0	-2283.8	26.1	-213.6	-0.5	133.5
5	-1.7	-2283.9	26.1	-183.1	-0.4	16.9
6	1.6	-28.6	0.5	-174.0	-0.4	74.1
7	-1.8	-2281.8	26.1	-178.2	-0.4	12.3
8	1.7	-30.1	0.6	-177.4	-0.4	77.2
9	6.4	-2267.7	26.0	-258.6	-0.6	132.0



## Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

### Berechnung

#### Ausnutzungen

Lk	U <sub>p</sub>	U <sub>σ</sub>	U <sub>b</sub>	U <sub>wt</sub>	U <sub>t,s</sub>	U <sub>vt,s</sub>	U <sub>b,s</sub>	U <sub>w</sub>	U
--	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.016	0.005	0.016	---	0.006	0.008	0.001	0.069	0.069
2	0.466	0.466	0.327	0.090	0.917	0.692	0.110	0.646	0.917
3	0.007	0.007	0.004	0.001	0.015	0.019	0.003	0.102	0.102
4	0.461	0.461	0.333	0.089	0.912	0.691	0.111	0.565	0.912
5	0.460	0.460	0.333	0.088	0.910	0.668	0.070	0.543	0.910
6	0.008	0.008	0.004	0.001	0.017	0.066	0.021	0.119	0.119
7	0.459	0.459	0.333	0.088	0.909	0.667	0.069	0.540	0.909
8	0.009	0.009	0.004	0.002	0.018	0.069	0.022	0.122	0.122
9	0.469	0.469	0.331	0.092	0.921	0.695	0.113	0.595	0.921*

U<sub>p</sub>: Ausnutzung der Stirnplatte; U<sub>σ</sub>: Ausnutzung der Stirnplatte aus Spannung; U<sub>p</sub>: Ausnutzung der Stirnplatte aus Kontaktpressung

U<sub>wt,s</sub>: Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung; U<sub>t,s</sub>: Ausnutzung der Schrauben aus Zug; U<sub>vt,s</sub>: Ausnutzung der Schrauben aus Abscheren mit Zug

U<sub>b,s</sub>: Ausnutzung der Schrauben aus Lochleibung; U<sub>w</sub>: Ausnutzung der Schweißnähte; U: Gesamtausnutzung

\*) maximale Ausnutzung

### Endergebnis

Maximale Ausnutzung [Lk 9] max U = 0.921 < 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

### Detaillierte Ausgabe von Lk 9 (maßgebend)

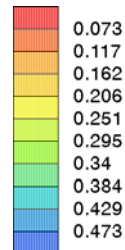
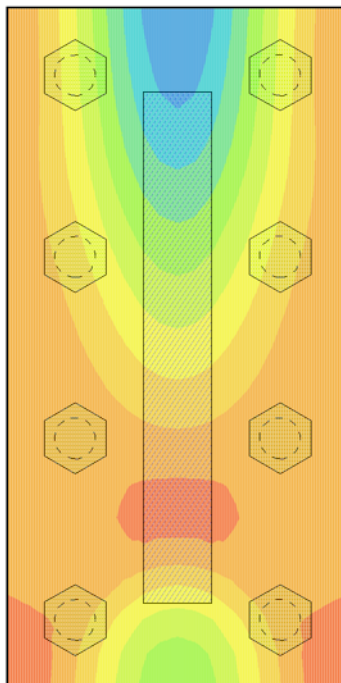
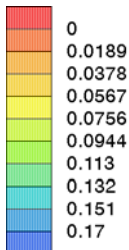
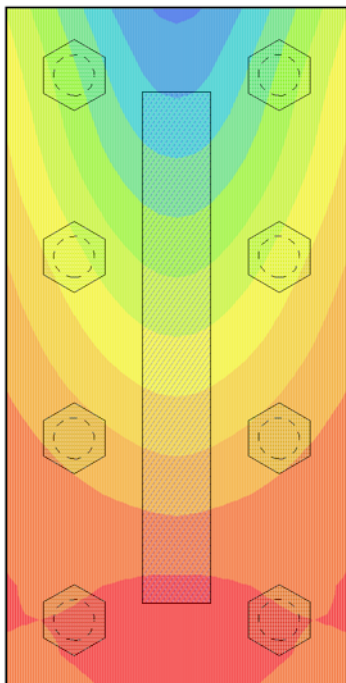
Lk 9: N<sub>Ed</sub> = 6.4 kN, M<sub>y,Ed</sub> = -2267.7 kNcm, V<sub>z,Ed</sub> = 26.0 kN, M<sub>z,Ed</sub> = -258.6 kNcm, V

#### Stirnplatte

Bemessungsgrößen: N = 6.45 kN, M<sub>y</sub> = -22.68 kNm, M<sub>z</sub> = -2.59 kNm

Verformungen  $u_z$  [mm], abhebend positiv  
 min  $u_z = -0.01$  mm, max  $u_z = 0.17$  mm

Ausnutzung der Stirnplatte  $U_p$   
 min  $U_p = 0.073$ , max  $U_p = 0.469$



### Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	$u_z$ mm	$U_\sigma$	$U_b$	$U_p$
211	50.0	0.0	0.174	0.469	---	0.469

x,y: Knotenkoordinaten;  $u_z$ : Verformungen (abhebend positiv);  $U_\sigma$ : Ausnutzung aus Moment mit Querkraft;  $U_b$ : Ausnutzung aus Kontaktpressung  
 $U_p$ : Ausnutzung der Stirnplatte

### Zugkraft in den Schrauben

	x mm	y mm	w <sub>t</sub> mm	F <sub>t</sub> kN	$\epsilon_{wt}$ %	U <sub>wt</sub>
1	20.0	20.0	0.110	44.74	0.550	0.092
2	80.0	20.0	0.110	44.74	0.550	0.092
3	20.0	73.3	0.070	31.63	0.349	0.058
4	80.0	73.3	0.070	31.63	0.349	0.058
5	20.0	126.7	0.027	12.29	0.135	0.023
6	80.0	126.7	0.027	12.29	0.135	0.023
7	20.0	180.0	-0.001	0.10	---	---
8	80.0	180.0	-0.001	0.10	---	---

x,y: Schraubenkoordinaten; w<sub>t</sub>: Verformung (Zug positiv); F<sub>t</sub>: Schraubenkraft;  $\epsilon_{wt}$ : Dehnung  
 U<sub>wt</sub>: Ausnutzung aus Dehnung

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 211]  $U_{max} = 0.469 < 1$  ok.

Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 1]  $U_{max} = 0.092 < 1$  ok.

### Schrauben

Bemessungsgrößen: max F<sub>t</sub> = 44.74 kN, V<sub>z</sub> = 26.00 kN, V<sub>y</sub> = -0.58 kN, M<sub>x</sub> = 1.32 kNm

#### Nachweis der Schrauben

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

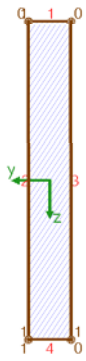
Schraube 1	$U_{tp,1} = 0.921$	$U_{vt,1} = 0.695$	$U_{b,1} = 0.013$	$U_1 = 0.921$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.921$	$U_{vt,2} = 0.688$	$U_{b,2} = 0.011$	$U_2 = 0.921$
Schraube 3	$U_{tp,3} = 0.651$	$U_{vt,3} = 0.585$	$U_{b,3} = 0.032$	$U_3 = 0.651$
Schraube 4	$U_{tp,4} = 0.651$	$U_{vt,4} = 0.542$	$U_{b,4} = 0.026$	$U_4 = 0.651$
Schraube 5	$U_{tp,5} = 0.253$	$U_{vt,5} = 0.391$	$U_{b,5} = 0.040$	$U_5 = 0.391$
Schraube 6	$U_{tp,6} = 0.253$	$U_{vt,6} = 0.253$	$U_{b,6} = 0.016$	$U_6 = 0.253$
Schraube 7	$U_{tp,7} = 0.002$	$U_{vt,7} = 0.311$	$U_{b,7} = 0.113$	$U_7 = 0.311$
Schraube 8	$U_{tp,8} = 0.002$	$U_{vt,8} = 0.163$	$U_{b,8} = 0.059$	$U_8 = 0.163$
Gesamt Max:	$U_{tp} = 0.921$	$U_{vt} = 0.695$	$U_b = 0.113$	$U = 0.921 < 1$ ok.

Ausnutzung der Schrauben [Schraube 1]  $U_{max} = 0.921 < 1$  ok.

### Schweißnähte

Bemessungsgrößen: N = 6.45 kN, M<sub>y</sub> = -22.68 kNm, V<sub>z</sub> = 26.00 kN, M<sub>z</sub> = -2.59 kNm,

$V_y = -0.58 \text{ kN}$ ,  $M_x = 1.32 \text{ kNm}$



Naht 1:  $a_w = 20.0 \text{ mm}$   $l_w = 20.0 \text{ mm}$   
Naht 2:  $a_w = 20.0 \text{ mm}$   $l_w = 150.0 \text{ mm}$   
Naht 3:  $a_w = 20.0 \text{ mm}$   $l_w = 150.0 \text{ mm}$   
Naht 4:  $a_w = 20.0 \text{ mm}$   $l_w = 20.0 \text{ mm}$

Max:  $\sigma_{1,w,Ed} = 21.41 \text{ kN/cm}^2 < f_{1,w,Rd} = 36.00 \text{ kN/cm}^2$ ,  
 $\sigma_{2,w,Ed} = 10.62 \text{ kN/cm}^2 < f_{2,w,Rd} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U_w = 0.595 < 1$  **ok.**

**Ausnutzung der Schweißnähte**  $U_{max} = 0.595 < 1$  **ok.**

**Ausnutzung Lk 9**  $U_{max} = 0.921 < 1$  **ok.**