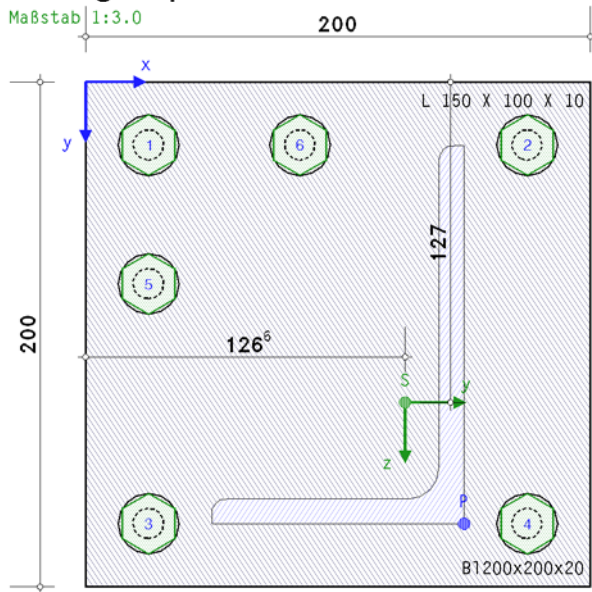


POS. 2: L-PROFIL

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

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

1. Eingabeprotokoll



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Schrauben

Die Schrauben sind mit der Kraft $F_{p,c} = 37.8$ kN vorzuspannen !!

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M12

große Schlüsselweite (HV-Schraube), vorgespannt (zur Info: Regelvorspannkraft $F_{p,c}^* = 0.7 \cdot f_{yb} \cdot A_s = 37.8$ kN)

Gewinde in der Scherfuge

Verbindung

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

Träger: gespiegeltes Profil L 150 X 100 X 10

Träger-Stirnplatte: umlaufende Kehlnaht, Nahtdicke $a = 7.0$ mm

Koordinaten links oben des umgebenden Rechtecks des Trägerprofils bei $x_p = 150.0$ mm, $y_p = 175.0$ mm

Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte $x_s = 126.6$ mm, $y_s = 127.0$ mm

Schrauben:

Koordinaten der Schraubenachsen:

$x_1 = 25.0$ mm, $y_1 = 25.0$ mm

$x_2 = 175.0$ mm, $y_2 = 25.0$ mm

$x_3 = 25.0$ mm, $y_3 = 175.0$ mm

$x_4 = 175.0$ mm, $y_4 = 175.0$ mm

$x_5 = 25.0$ mm, $y_5 = 80.0$ mm

$x_6 = 85.0$ mm, $y_6 = 25.0$ mm

Berechnung

Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise

Nachweis der Stirnplatte mit dem plastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen

Nachweis des Trägerquerschnitts 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 $c_f = 3233.4$ 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 $\epsilon_{t,f} = f_{t,f} \cdot \epsilon_{ub} = 3.0\%$, $f_{t,e} = 0.250$, $\epsilon_{ub} = 12.0\%$

Vorspannkraft der Schrauben $F_{p,c} = 37.8$ kN < $F_{t,f}$ ok

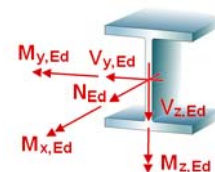
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte $c_b = 10500.0$ kN/cm³

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x = 32 / 6.3$ mm, $n_y / \Delta y = 32 / 6.3$ 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	-17.93	-88.20	16.35	-375.49	-1.70	-1.40
2	0.96	-29.92	0.62	-88.61	-0.36	111.34
3	-11.31	312.81	-0.14	-607.21	-2.90	78.95
4	-11.41	-722.87	24.36	424.73	2.24	-3.76
5	-5.17	-208.12	1.02	316.77	1.54	0.02
6	-14.33	-427.05	23.69	-191.51	-0.68	107.66
7	-11.20	-734.98	24.39	407.22	2.17	-4.79
8	-6.41	184.82	0.14	-398.30	-1.89	113.00



Lk	N _{Ed} kN	M _{y,Ed} kNcm	V _{z,Ed} kN	M _{z,Ed} kNcm	V _{y,Ed} kN	M _{x,Ed} kNcm
9	-10.09	-751.73	24.41	318.09	1.80	106.69
10	-12.23	333.01	-0.18	-532.57	-2.59	1.63
11	-10.87	-629.33	17.55	473.84	2.43	-3.01

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

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

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 _{c/t}	U _w	U
1	0.277	0.277	0.156	0.081	0.076	0.076	0.159	0.677	0.035	0.397	0.750	0.494	0.750
2	0.123	0.105	0.123	0.032	---	0.071	0.152	0.635	0.023	0.721	0.750	0.108	0.750
3	0.571	0.571	0.159	0.174	0.178	0.113	0.185	0.700	0.030	0.863	0.750	0.888	0.888
4	0.302	0.302	0.168	0.210	0.080	0.080	0.166	0.779	0.065	0.689	0.585	0.894	0.894
5	0.170	0.170	0.141	0.113	---	0.071	0.152	0.573	0.005	0.372	0.674	0.460	0.674
6	0.190	0.190	0.167	0.105	---	0.071	0.153	0.682	0.037	0.728	1.000	0.206	1.000*
7	0.310	0.310	0.172	0.215	0.081	0.081	0.167	0.782	0.066	0.682	0.580	0.885	0.885
8	0.322	0.322	0.142	0.117	0.081	0.081	0.166	0.673	0.031	0.855	0.750	0.576	0.855
9	0.327	0.327	0.176	0.223	0.082	0.082	0.169	0.707	0.043	0.919	0.557	0.807	0.919
10	0.466	0.466	0.149	0.147	0.115	0.098	0.182	0.674	0.008	0.632	0.750	0.796	0.796
11	0.247	0.247	0.153	0.181	0.076	0.076	0.159	0.712	0.046	0.681	0.607	0.881	0.881

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_{c/t}: c/t-Ausnutzung des Trägers; U_w: Ausnutzung der Schweißnähte

U: Gesamtausnutzung

*) maximale Ausnutzung

2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 11 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
292	50.0	168.8	0.052	0.00	-14.03	-9.31	0.65	573.50	-127.03	0.571

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

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus 11 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x mm	y mm	F _t kN	U _{wt}	U _{vt}	U _b	U _s
1	25.0	25.0	37.77	0.071	0.685	0.038	0.685
2	175.0	25.0	41.57	0.081	0.750	0.041	0.750
3	25.0	175.0	46.00	0.113	0.700	0.007	0.700
4	175.0	175.0	37.77	0.071	0.782	0.066	0.782
5	25.0	80.0	37.77	0.071	0.686	0.024	0.686
6	85.0	25.0	38.15	0.071	0.700	0.040	0.700

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 3]

max U_p = 0.571 < 1 ok

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 3]

max U_{wt,s} = 0.113 < 1 ok

Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 7]

max U_s = 0.782 < 1 ok

Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 6]

max (U_q,U_{c/t}) = 1.000 ≤ 1 ok

Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 4]

max U_w = 0.894 < 1 ok

Maximale Ausnutzung [Lk 6]

max U = 1.000 ≤ 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 -

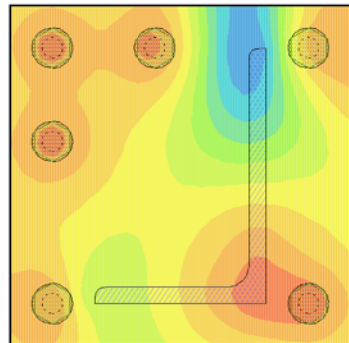
4. Lk 6 (maßgebend)

4.1. Stirnplatte

Bemessungsgrößen: $N = -14.33 \text{ kN}$, $M_y = -4.27 \text{ kNm}$, $M_z = -1.92 \text{ kNm}$

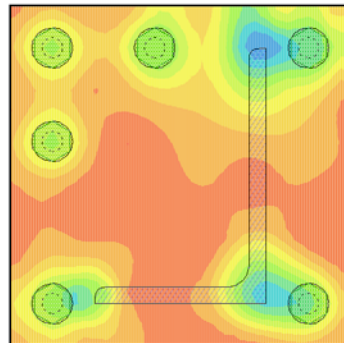
Verformungen u_z [mm]

min $u_z = -0.0041 \text{ mm}$, max $u_z = 0.0109 \text{ mm}$



Ausnutzung der Stirnplatte U_p

min $U_p = 0.004$, max $U_p = 0.190$



Verformungen abhebend positiv

Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u_z mm	U_p
697	131.2	18.8	0.010	0.132
797	150.0	25.0	0.009	0.190

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	ε_{wt} %	U_{wt}
1	25.0	25.0	-0.000	37.77	0.213	0.071
2	175.0	25.0	-0.000	38.06	0.213	0.071
3	25.0	175.0	-0.001	37.80	0.213	0.071
4	175.0	175.0	-0.000	37.77	0.213	0.071
5	25.0	80.0	-0.000	37.77	0.213	0.071
6	85.0	25.0	-0.002	37.77	0.213	0.071

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

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 797] $U_{\max} = 0.190 < 1$ ok

Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 1] $U_{s,\max} = 0.071 < 1$ ok

minimale plastische Ausnutzung der Schrauben $U_{pl,s,\min} = 0.105 < 1$ ok

4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min $F_t = 37.77 \text{ kN}$, max $F_t = 38.06 \text{ kN}$, $V_z = 23.69 \text{ kN}$, $V_y = -0.68 \text{ kN}$,
 $M_x = 1.08 \text{ kNm}$

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	$U_{tp,1} = 0.152$	$U_{vt,1} = 0.682$	$U_{b,1} = 0.037$	$U_1 = 0.682$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.153$	$U_{vt,2} = 0.674$	$U_{b,2} = 0.033$	$U_2 = 0.674$
Schraube 3	$U_{tp,3} = 0.152$	$U_{vt,3} = 0.682$	$U_{b,3} = 0.037$	$U_3 = 0.682$
Schraube 4	$U_{tp,4} = 0.152$	$U_{vt,4} = 0.673$	$U_{b,4} = 0.034$	$U_4 = 0.673$
Schraube 5	$U_{tp,5} = 0.152$	$U_{vt,5} = 0.682$	$U_{b,5} = 0.024$	$U_5 = 0.682$
Schraube 6	$U_{tp,6} = 0.152$	$U_{vt,6} = 0.678$	$U_{b,6} = 0.036$	$U_6 = 0.678$
Gesamt:	$U_{tp} = 0.153$	$U_{vt} = 0.682$	$U_b = 0.037$	$U = 0.682 < 1$ ok

In der Ausnutzung der Schrauben max U_s ist die minimale plastische Ausnutzung der Schrauben min $U_{pl,s} = 0.105$ enthalten.

Ausnutzung der Schrauben $U_{\max} = 0.682 < 1$ ok

4.3. Träger

plastischer Spannungsnachweis für $N = -14.33 \text{ kN}$, $M_y = -4.27 \text{ kNm}$, $V_z = 23.69 \text{ kN}$, $M_z = -1.92 \text{ kNm}$

$V_y = -0.68 \text{ kN}$, $T_t = 1.08 \text{ kNm}$

Schnittgrößen bzgl. yz-Richtung in kN, m: $M_y = -4.27$, $M_z = -1.92$, $V_y = -0.68$, $V_z = 23.69$

Teilschnittgrößen der Linien des Querschnitts in kN, m:

1: $N = 34.67$, $M_y = -1.18$, $M_z = 0.00$, $V_y = 0.00$, $V_z = 23.69$, $T = 0.65$

2: $N = -49.00$, $M_y = -0.00$, $M_z = 0.10$, $V_y = -0.68$, $V_z = 0.00$, $T = 0.43$

Ausnutzungen der Linien des Querschnitts

1: $U_\sigma = 0.159$, $U_\tau = 0.702$, $U = 0.719$

2: $U_\sigma = 0.227$, $U_\tau = 0.692$, $U = 0.728$

max. Lastfaktor (plast.): $f_{pl} = 1.373$

Verwölbungsungleichgewicht im Grenzzustand: $\Delta B = -0.000 \text{ kNm}^2$

Ausnutzung (ohne Verwölbungsungleichgewicht): $U_{pl} = 0.728$

Nachweis: $U_{pl} = 0.728 < 1$ **ok**

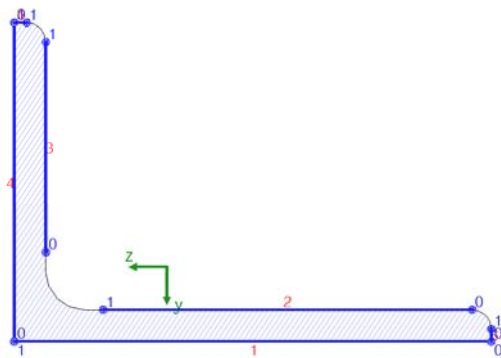
c/t-Nachweis: Ausnutzung $U_{c/t} = 1.000 \leq 1$ **ok**

Ausnutzung des Trägers $\max(U_\sigma, U_{c/t}) = 1.000 \leq 1$ **ok**

4.4. Schweißnähte

Bemessungsgrößen: $N = -14.33 \text{ kN}$, $M_y = -4.27 \text{ kNm}$, $V_z = 23.69 \text{ kN}$, $M_z = -1.92 \text{ kNm}$,

$V_y = -0.68 \text{ kN}$, $M_x = 1.08 \text{ kNm}$



Naht 1:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 150.0 \text{ mm}$
Naht 2:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 116.0 \text{ mm}$
Naht 3:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 66.0 \text{ mm}$
Naht 4:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 100.0 \text{ mm}$
Naht 5:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 4.0 \text{ mm}$
Naht 6:	$a_w = 7.0 \text{ mm}$	$l_w = 4.0 \text{ mm}$

Max: $\sigma_{1,w,Ed} = 74.01 \text{ N/mm}^2 < f_{1w,d} = 360.00 \text{ N/mm}^2$,

$\sigma_{2,w,Ed} = 35.33 \text{ N/mm}^2 < f_{2w,d} = 259.20 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_w = 0.206 < 1$ **ok**

Ausnutzung der Schweißnähte $U_{\max} = 0.206 < 1$ **ok**

4.5. Gesamt

Ausnutzung Lk 6 $U_{\max} = 1.000 \leq 1$ **ok**