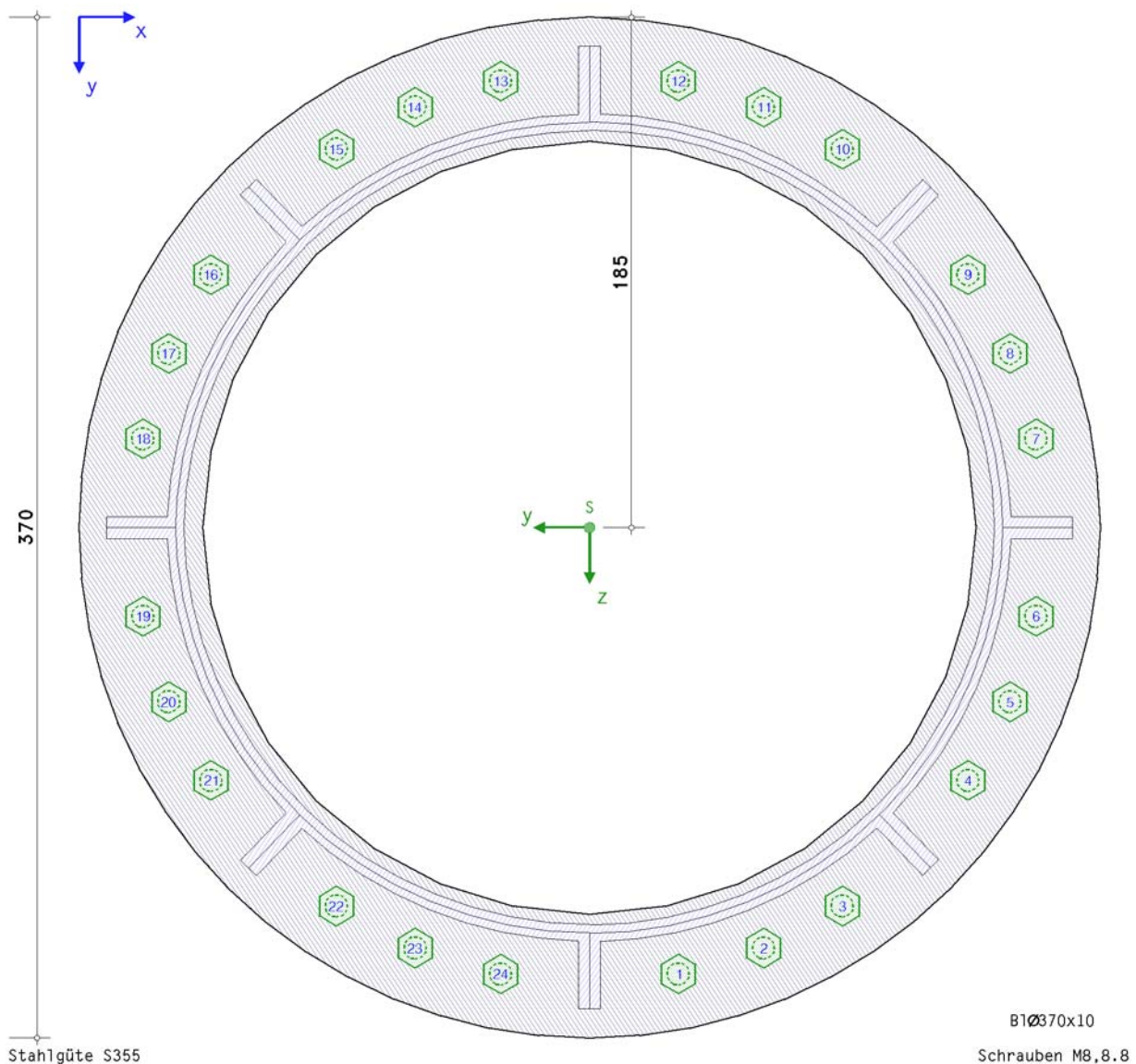


POS. 8: ROHRFLANSCH MIT STEIFEN

geschraubter Stirnplattenstoß EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Stahlsorte

Stahlgüte S355

Schrauben

Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M8, normale Schlüsselweite

Gewinde in der Scherfuge

Verbindung

Stirnplatte (rund): Dicke $t_p = 10.0$ mm, Durchmesser $\varnothing_p = 370.0$ mm

Träger: $h = 349.0$ mm, $b = 350.0$ mm, $A = 71.02$ cm², $y_s = -175.0$ mm, $z_s = 174.5$ mm

$I_y = 8091.70$ cm⁴, $I_z = 8174.31$ cm⁴, $I_T = 12252.59$ cm⁴, $I_\omega = 41.49$ cm⁶

Aussparung in der Stirnplatte (rund): Mittelpunkt $x_{of} = 185.0$ mm, $y_{of} = 185.0$ mm, Radius $r_{of} = 140.0$ mm

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

Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)

Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte $x_s = 185.0$ mm, $y_s = 185.0$ mm

Schrauben:

Koordinaten der Schraubenachsen:

$x_1 = 217.2$ mm, $y_1 = 346.8$ mm

$x_4 = 322.2$ mm, $y_4 = 276.7$ mm

$x_7 = 346.8$ mm, $y_7 = 152.8$ mm

$x_{10} = 276.7$ mm, $y_{10} = 47.8$ mm

$x_{13} = 152.8$ mm, $y_{13} = 23.2$ mm

$x_{16} = 47.8$ mm, $y_{16} = 93.3$ mm

$x_{19} = 23.2$ mm, $y_{19} = 217.2$ mm

$x_{22} = 93.3$ mm, $y_{22} = 322.2$ mm

$x_2 = 248.1$ mm, $y_2 = 337.4$ mm

$x_5 = 337.4$ mm, $y_5 = 248.1$ mm

$x_8 = 337.4$ mm, $y_8 = 121.9$ mm

$x_{11} = 248.1$ mm, $y_{11} = 32.6$ mm

$x_{14} = 121.9$ mm, $y_{14} = 32.6$ mm

$x_{17} = 32.6$ mm, $y_{17} = 121.9$ mm

$x_{20} = 32.6$ mm, $y_{20} = 248.1$ mm

$x_{23} = 121.9$ mm, $y_{23} = 337.4$ mm

$x_3 = 276.7$ mm, $y_3 = 322.2$ mm

$x_6 = 346.8$ mm, $y_6 = 217.2$ mm

$x_9 = 322.2$ mm, $y_9 = 93.3$ mm

$x_{12} = 217.2$ mm, $y_{12} = 23.2$ mm

$x_{15} = 93.3$ mm, $y_{15} = 47.8$ mm

$x_{18} = 23.2$ mm, $y_{18} = 152.8$ mm

$x_{21} = 47.8$ mm, $y_{21} = 276.7$ mm

$x_{24} = 152.8$ mm, $y_{24} = 346.8$ 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 Schweißnähte mit dem vereinfachten Verfahren

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft

FEM-Berechnung:

Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben $\alpha_f = 2725.5 \text{ kN/cm}$

plastische Grenzkraft $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd} = 20.0 \text{ kN}$, $f_{t,f} = 0.950$, $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 21.08 \text{ kN}$, $k_2 = 0.90$

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

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

rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte $c_b = 21000.0 \text{ kN/cm}^3$

Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x = 174 / 2.1 \text{ mm}$, $n_y / \Delta y = 174 / 2.1 \text{ mm}$

max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5%

Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen

Lk 1: $N_{Ed} = -75.63 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = 20.01 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = -4.97 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = -7.59 \text{ kNm}$, $V_{y,Ed} = -1.89 \text{ kN}$, $M_{x,Ed} = -0.00 \text{ kNm}$

Lk 2: $N_{Ed} = -76.89 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = 20.26 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = -5.04 \text{ kN}$

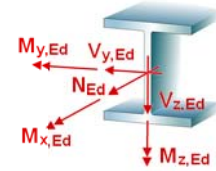
$M_{z,Ed} = -7.69 \text{ kNm}$, $V_{y,Ed} = -1.91 \text{ kN}$, $M_{x,Ed} = -0.00 \text{ kNm}$

Lk 3: $N_{Ed} = -16.41 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = -41.41 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = 26.17 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = -7.60 \text{ kNm}$, $V_{y,Ed} = -1.90 \text{ kN}$, $M_{x,Ed} = -0.45 \text{ kNm}$

Lk 4: $N_{Ed} = -17.52 \text{ kN}$, $M_{y,Ed} = -41.70 \text{ kNm}$, $V_{z,Ed} = 26.19 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = -7.69 \text{ kNm}$, $V_{y,Ed} = -1.92 \text{ kN}$, $M_{x,Ed} = -0.45 \text{ kNm}$



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 !

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

Rand- und Schraubenabstände sind daher separat zu überprüfen !!

Ausnutzungen

Lk	U_p	U_σ	U_b	U_{pl}	$U_{pl,s}$	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	U_q	$U_{c/t}$	U_w	U
1	0.172	0.172	0.053	0.071	0.273	0.055	0.089	0.315	0.003	0.153	0.106	0.215	0.315
2	0.174	0.174	0.054	0.071	0.276	0.056	0.090	0.318	0.003	0.155	0.106	0.218	0.318
3	0.598	0.598	0.089	0.454	0.792	0.378	0.199	0.685	0.021	0.259	0.137	0.366	0.792
4	0.605	0.605	0.089	0.455	0.798	0.390	0.199	0.685	0.021	0.261	0.138	0.369	0.798*

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

U_{pl} : min. plast. Ausnutzung der Verbindung; $U_{pl,s}$: 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 4 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
15226	185.0	0.0	0.259	0.00	-5.76	-0.92	-0.05	2.13	-53.04	0.605

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 4 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x mm	y mm	F_t kN	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s
1	217.2	346.8	8.18	0.050	0.288	0.002	0.288
2	248.1	337.4	0.33	0.002	0.135	0.019	0.199
3	276.7	322.2	0.35	0.002	0.137	0.019	0.199
4	322.2	276.7	0.27	0.002	0.138	0.019	0.199
5	337.4	248.1	0.02	---	0.132	0.020	0.199
6	346.8	217.2	0.51	0.003	0.146	0.019	0.199
7	346.8	152.8	3.13	0.019	0.219	0.017	0.219
8	337.4	121.9	5.64	0.034	0.288	0.015	0.288
9	322.2	93.3	12.61	0.077	0.480	0.008	0.480
10	276.7	47.8	18.06	0.122	0.631	0.003	0.631
11	248.1	32.6	19.71	0.175	0.676	0.001	0.676
12	217.2	23.2	20.03	0.352	0.685	0.001	0.685
13	152.8	23.2	20.03	0.390	0.685	0.001	0.685
14	121.9	32.6	20.03	0.243	0.685	---	0.685
15	93.3	47.8	20.03	0.228	0.685	---	0.685
16	47.8	93.3	19.75	0.156	0.676	0.001	0.676
17	32.6	121.9	13.35	0.082	0.494	0.006	0.494
18	23.2	152.8	8.41	0.051	0.353	0.010	0.353

	x mm	y mm	F _t kN	U _{wt}	U _{vt}	U _b	U _s
19	23.2	217.2	2.99	0.018	0.198	0.015	0.199
20	32.6	248.1	0.00	---	0.113	0.017	0.199
21	47.8	276.7	7.87	0.048	0.278	0.002	0.278
22	93.3	322.2	8.86	0.054	0.311	0.002	0.311
23	121.9	337.4	7.76	0.047	0.274	0.002	0.274
24	152.8	346.8	9.08	0.056	0.318	0.002	0.318

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 4]

max U_p = 0.605 < 1 **ok**

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 4]

max U_{wt,s} = 0.390 < 1 **ok**

Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 4]

max U_s = 0.798 < 1 **ok**

Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 4]

max (U_q, U_{ct}) = 0.261 < 1 **ok**

Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 4]

max U_w = 0.369 < 1 **ok**

Maximale Ausnutzung [Lk 4]

max U = 0.798 < 1 **ok**

Nachweis erbracht

3. Lk 4 (maßgebend)

3.1. Stirnplatte

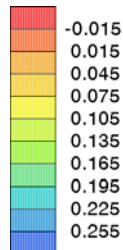
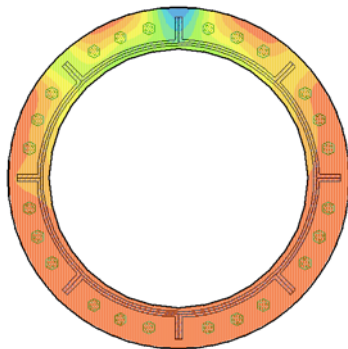
Bemessungsgrößen: N = -17.52 kN, M_y = -41.70 kNm, M_z = -7.69 kNm

Verformungen u_z [mm]

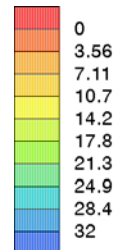
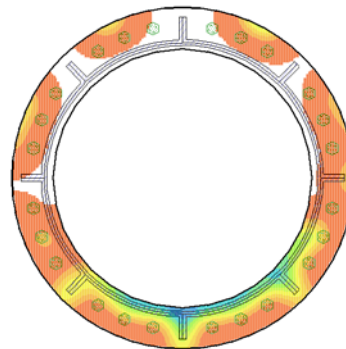
min u_z = -0.0149 mm, max u_z = 0.2593 mm

Kontaktpressungen b_z [N/mm²]

min b_z = 0.00 N/mm², max b_z = 31.74 N/mm²



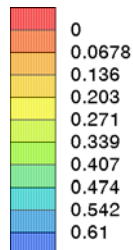
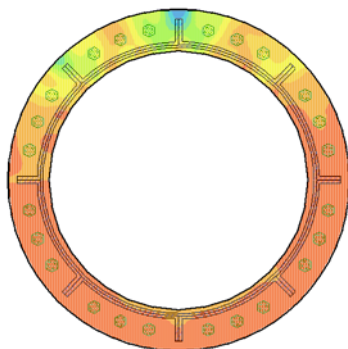
Verformungen abhebend positiv



Kontaktpressungen Druck positiv

Ausnutzung der Stirnplatte U_p

min U_p = 0.000, max U_p = 0.605



Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u _z mm	b _z N/mm ²	U _p
15051	182.9	0.0	0.259	0.00	0.600
15226	185.0	0.0	0.259	0.00	0.605
15379	185.0	325.3	-0.002	31.74	0.089

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 _{w_t} %	U _{w_t}
1	217.2	346.8	0.001	0.40	0.007	0.002
2	248.1	337.4	0.001	0.33	0.006	0.002
3	276.7	322.2	0.001	0.35	0.006	0.002
4	322.2	276.7	0.000	0.27	0.005	0.002
5	337.4	248.1	-0.000	0.02	0.000	---
6	346.8	217.2	0.001	0.51	0.009	0.003
7	346.8	152.8	0.006	3.13	0.057	0.019
8	337.4	121.9	0.010	5.64	0.103	0.034
9	322.2	93.3	0.023	12.61	0.231	0.077
10	276.7	47.8	0.037	18.06	0.367	0.122
11	248.1	32.6	0.053	19.71	0.525	0.175
12	217.2	23.2	0.106	20.03	1.057	0.352
13	152.8	23.2	0.117	20.03	1.170	0.390
14	121.9	32.6	0.073	20.03	0.729	0.243
15	93.3	47.8	0.069	20.03	0.685	0.228
16	47.8	93.3	0.047	19.75	0.467	0.156
17	32.6	121.9	0.025	13.35	0.247	0.082
18	23.2	152.8	0.015	8.41	0.154	0.051
19	23.2	217.2	0.005	3.00	0.055	0.018
20	32.6	248.1	-0.000	0.00	0.000	---
21	47.8	276.7	0.000	0.05	0.001	0.000
22	93.3	322.2	0.001	0.30	0.005	0.002
23	121.9	337.4	0.001	0.30	0.005	0.002
24	152.8	346.8	0.001	0.41	0.008	0.003

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

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 15226] U_{max} = 0.605 < 1 **ok**

Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 13] U_{s,max} = 0.390 < 1 **ok**

minimale plastische Ausnutzung der Verbindung U_{pl,min} = 0.455 < 1 **ok**

plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte U_{pl,t,s} = 0.798 < 1 **ok**

3.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: max F_t = 20.03 kN, V_z = 26.19 kN, V_y = -1.92 kN, M_x = -0.45 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} = 0.004	U _{vt,1} = 0.136	U _{b,1} = 0.021	U ₁ = 0.136
Schraube 2	U _{tp,2} = 0.003	U _{vt,2} = 0.136	U _{b,2} = 0.019	U ₂ = 0.136
Schraube 3	U _{tp,3} = 0.004	U _{vt,3} = 0.138	U _{b,3} = 0.019	U ₃ = 0.138
Schraube 4	U _{tp,4} = 0.003	U _{vt,4} = 0.138	U _{b,4} = 0.019	U ₄ = 0.138
Schraube 5	U _{tp,5} = 0.000	U _{vt,5} = 0.133	U _{b,5} = 0.020	U ₅ = 0.133
Schraube 6	U _{tp,6} = 0.005	U _{vt,6} = 0.147	U _{b,6} = 0.019	U ₆ = 0.147
Schraube 7	U _{tp,7} = 0.031	U _{vt,7} = 0.219	U _{b,7} = 0.017	U ₇ = 0.219
Schraube 8	U _{tp,8} = 0.056	U _{vt,8} = 0.288	U _{b,8} = 0.015	U ₈ = 0.288
Schraube 9	U _{tp,9} = 0.125	U _{vt,9} = 0.480	U _{b,9} = 0.008	U ₉ = 0.480
Schraube 10	U _{tp,10} = 0.180	U _{vt,10} = 0.631	U _{b,10} = 0.003	U ₁₀ = 0.631
Schraube 11	U _{tp,11} = 0.196	U _{vt,11} = 0.676	U _{b,11} = 0.001	U ₁₁ = 0.676
Schraube 12	U _{tp,12} = 0.199	U _{vt,12} = 0.685	U _{b,12} = 0.001	U ₁₂ = 0.685
Schraube 13	U _{tp,13} = 0.199	U _{vt,13} = 0.685	U _{b,13} = 0.001	U ₁₃ = 0.685
Schraube 14	U _{tp,14} = 0.199	U _{vt,14} = 0.685	U _{b,14} = 0.000	U ₁₄ = 0.685
Schraube 15	U _{tp,15} = 0.199	U _{vt,15} = 0.685	U _{b,15} = 0.000	U ₁₅ = 0.685
Schraube 16	U _{tp,16} = 0.197	U _{vt,16} = 0.676	U _{b,16} = 0.001	U ₁₆ = 0.676
Schraube 17	U _{tp,17} = 0.133	U _{vt,17} = 0.494	U _{b,17} = 0.006	U ₁₇ = 0.494
Schraube 18	U _{tp,18} = 0.084	U _{vt,18} = 0.353	U _{b,18} = 0.010	U ₁₈ = 0.353
Schraube 19	U _{tp,19} = 0.030	U _{vt,19} = 0.198	U _{b,19} = 0.015	U ₁₉ = 0.198
Schraube 20	U _{tp,20} = 0.000	U _{vt,20} = 0.113	U _{b,20} = 0.017	U ₂₀ = 0.113
Schraube 21	U _{tp,21} = 0.000	U _{vt,21} = 0.116	U _{b,21} = 0.017	U ₂₁ = 0.116
Schraube 22	U _{tp,22} = 0.003	U _{vt,22} = 0.125	U _{b,22} = 0.017	U ₂₂ = 0.125
Schraube 23	U _{tp,23} = 0.003	U _{vt,23} = 0.127	U _{b,23} = 0.017	U ₂₃ = 0.127
Schraube 24	U _{tp,24} = 0.004	U _{vt,24} = 0.132	U _{b,24} = 0.021	U ₂₄ = 0.132
Gesamt:	U _{tp} = 0.199	U _{vt} = 0.685	U _b = 0.021	U = 0.685 < 1 ok

In der Ausnutzung der Schrauben U_{max} ist die minimale plastische Ausnutzung der Verbindung U_{pl,min} = 0.455 sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte U_{pl,s} = 0.798 enthalten.

Ausnutzung der Schrauben U_{max} = 0.798 < 1 **ok**

3.3. Träger

elastischer Spannungsnachweis für $N = -17.52 \text{ kN}$, $M_y = -41.70 \text{ kNm}$, $V_z = 26.19 \text{ kN}$, $M_z = -7.69 \text{ kNm}$

$V_y = -1.92 \text{ kN}$, $T_t = -0.45 \text{ kNm}$

Nachweis: $\sigma_v = 92.77 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{v,Rd} = 355.00 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_\sigma = 0.261 < 1$ ok

c/t-Nachweis: Ausnutzung $U_{c/t} = 0.138 < 1$ ok

Ausnutzung des Trägers $\max(U_\sigma, U_{c/t}) = 0.261 < 1$ ok

3.4. Schweißnähte

Bemessungsgrößen: $N = -17.52 \text{ kN}$, $M_y = -41.70 \text{ kNm}$, $V_z = 26.19 \text{ kN}$, $M_z = -7.69 \text{ kNm}$,

$V_y = -1.92 \text{ kN}$, $M_x = -0.45 \text{ kNm}$

$U_w = 0.369 < 1$ ok

Ausnutzung der Schweißnähte $U_{\max} = 0.369 < 1$ ok

3.5. Gesamt

Ausnutzung Lk 4 $U_{\max} = 0.798 < 1$ ok

4. 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 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe April 2026

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025

EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe April 2026

prEN 1993-1-14, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-14: Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnung;

Deutsche und englische Fassung prEN 1993-1-14:2023, Ausgabe September 2023