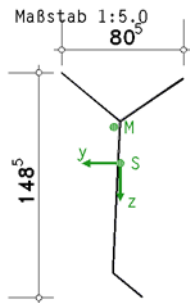


POS. 30: KINDMANN/FRICKEL 10.9.4

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

1. Eingabeprotokoll



Stahl

Stahlparameter:

- char. Streckgrenze ($t \leq 40$ mm) $f_{y,40} = 240.0$ N/mm²
- char. Zugfestigkeit ($t \leq 40$ mm) $f_{u,40} = 360.0$ N/mm²
- char. Streckgrenze (40 mm $< t \leq 80$ mm) $f_{y,80} = 215.0$ N/mm²
- char. Zugfestigkeit (40 mm $< t \leq 80$ mm) $f_{u,80} = 360.0$ N/mm²
- char. Streckgrenze ($t > 80$ mm) $f_{y,\infty} = 215.0$ N/mm²
- char. Zugfestigkeit ($t > 80$ mm) $f_{u,\infty} = 360.0$ N/mm²
- Elastizitätsmodul $E = 210000.0$ N/mm²

Materialsicherheitsbeiwert

Beanspruchbarkeit von Querschnitten $\gamma_{M0} = 1.10$

Geometrie

Querschnittsabmessungen: $y_{min} = -41.9$ mm, $y_{max} = 38.6$ mm, $z_{min} = -59.8$ mm, $z_{max} = 88.7$ mm

Querschnittsbreite/höhe: $b = 80.5$ mm, $h = 148.5$ mm

Schwerpunkt, Hauptachsendrehwinkel: $e_y = 0.0$ mm, $e_z = 0.0$ mm, $\alpha = -0.01$ °

Abstand Schubmittelpunkt vom Schwerpunkt: $y_{SM} = 4.1$ mm, $z_{SM} = -23.8$ mm



Querschnittsfläche	A	=	2.25	cm ²
Biegeträgheitsmoment	I_{η}	=	48.30	cm ⁴
Biegeträgheitsmoment	I_{ζ}	=	5.54	cm ⁴
Widerstandsmoment	$W_{\eta+}$	=	5.45	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{\eta-}$	=	8.08	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{\zeta+}$	=	1.43	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{\zeta-}$	=	1.32	cm ³
Torsionsträgheitsmoment	I_T	=	0.01	cm ⁴
Wölbträgheitsmoment	I_{ω}	=	20.74	cm ⁶
Querschnittsstrecke	i_M	=	5.46	cm
Querschnittsstrecke	r_{η}	=	-1.92	cm
Querschnittsstrecke	r_{ζ}	=	6.55	cm
Querschnittsstrecke	r_{ω}	=	3.62	cm

Tragfähigkeit

elastischer Spannungsnachweis, Berechnung als dünnwandiger Querschnitt

plastischer Spannungsnachweis mit Dehnungsiteration

zul. Normal-, Schub-, Vergleichsspannung: $\sigma_{x,Rd} = 218.2$ N/mm², $\tau_{Rd} = 126.0$ N/mm², $\sigma_{v,Rd} = 218.2$ N/mm²

Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen

σ -erzeugende Kraftgrößen (N, M) wirken im Schwerpunkt, τ -erzeugende Kraftgrößen (V, T_t) wirken im Schubmittelpunkt

Verwölbungsgrößen (T_ω, B) wirken im Schubmittelpunkt

Lk 1: $M_{y,Ed} = 100.00$ kNcm, $V_{z,Ed} = 5.00$ kN, $M_{z,Ed} = 20.00$ kNcm, $V_{y,Ed} = 2.50$ kN, $T_{t,Ed} = 0.20$ kNcm

$T_{\omega,Ed} = 10.00$ kNcm

Hinweise

Beulen wird nicht untersucht.

2. Lk 1

2.1. Querschnittsnachweis

Schnittgrößen: $M_y = 100.00 \text{ kNcm}$, $V_z = 5.00 \text{ kN}$, $M_z = 20.00 \text{ kNcm}$, $V_y = 2.50 \text{ kN}$, $T_t = 0.20 \text{ kNcm}$, $T_\omega = 10.00 \text{ kNcm}$

2.1.1. elastischer Spannungsnachweis

elastischer Spannungsnachweis für $M_y = 1.00 \text{ kNm}$, $V_z = 5.00 \text{ kN}$, $M_z = 0.20 \text{ kNm}$, $V_y = 2.50 \text{ kN}$

$T_\omega = 0.10 \text{ kNm}$

elastische Spannungen: $\max |\sigma_x| = 261.81 \text{ N/mm}^2$, $\max \tau = 106.28 \text{ N/mm}^2$, $\max \sigma_v = 265.85 \text{ N/mm}^2$

$\max \sigma_x$ bei $y = -14.9 \text{ mm}$, $z = 87.9 \text{ mm}$: $\sigma_x = 235.92 \text{ N/mm}^2$, $\tau = -26.67 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 240.40 \text{ N/mm}^2$

$\min \sigma_x$ bei $y = 38.6 \text{ mm}$, $z = -59.1 \text{ mm}$: $\sigma_x = -261.81 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 26.67 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 265.85 \text{ N/mm}^2$

$\max \tau$ bei $y = 3.2 \text{ mm}$, $z = 74.2 \text{ mm}$: $\sigma_x = 142.22 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 106.28 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 232.62 \text{ N/mm}^2$

$\max \sigma_v$ bei $y = 38.6 \text{ mm}$, $z = -59.1 \text{ mm}$: $\sigma_x = -261.81 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 26.67 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_v = 265.85 \text{ N/mm}^2$

zul. Vergleichsspannung: $\sigma_{v,Rd} = 218.2 \text{ N/mm}^2$

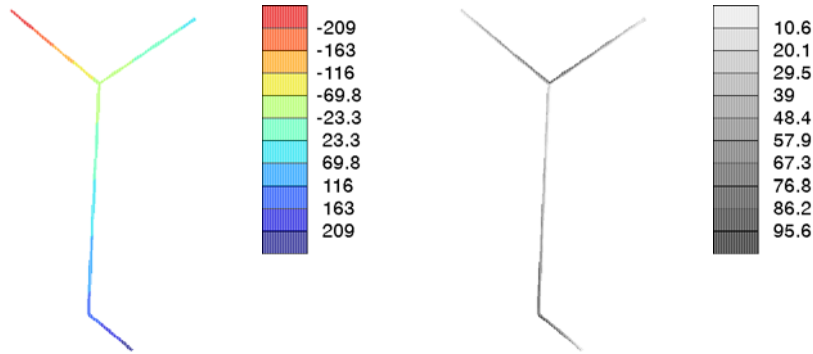
Nachweis: $\sigma_v = 265.85 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{v,Rd} = 218.18 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U_\sigma = 1.218 > 1$ **Fehler !!**

Normalspannungen $\sigma_x \text{ [N/mm}^2]$

$\min \sigma_x = -261.8$, $\max \sigma_x = 235.9$

Schubspannungen $\tau \text{ [N/mm}^2]$

$\max \tau = 106.3$

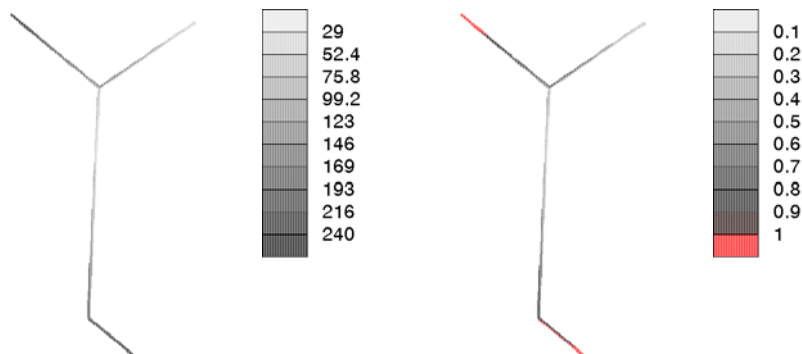


Vergleichsspannungen $\sigma_v \text{ [N/mm}^2]$

$\max \sigma_v = 265.9$

Ausnutzung U_σ

$\max U_\sigma = 1.218$



Spannungen, Ausnutzungen

y mm	z mm	σ_x N/mm ²	τ N/mm ²	σ_v N/mm ²	U_σ
0.0	0.8	-261.81	26.67	265.85	1.218 > 1
-53.5	147.7	235.92	26.67	240.40	1.102 > 1
-36.4	134.8	147.38	106.27	235.80	1.081 > 1

y,z: Knotenkoordinaten; σ_x, τ, σ_v : Spannungen; U_σ : Spannungsausnutzung

2.1.2. plastischer Spannungsnachweis

plastischer Spannungsnachweis für $M_y = 1.00 \text{ kNm}$, $V_z = 5.00 \text{ kN}$, $M_z = 0.20 \text{ kNm}$, $V_y = 2.50 \text{ kN}$

$T_\omega = 0.10 \text{ kNm}$

Querschnittslinien:

1: $y_a = 38.3 \text{ mm}$, $z_a = -59.4 \text{ mm}$, $y_e = 38.6 \text{ mm}$, $z_e = -59.0 \text{ mm}$

2: $y_a = -41.6 \text{ mm}$, $z_a = -55.6 \text{ mm}$, $y_e = -41.3 \text{ mm}$, $z_e = -56.0 \text{ mm}$

3: $y_a = -0.2 \text{ mm}$, $z_a = -27.5 \text{ mm}$, $y_e = 0.3 \text{ mm}$, $z_e = -27.3 \text{ mm}$

4: $y_a = 4.6 \text{ mm}$, $z_a = 72.4 \text{ mm}$, $y_e = 5.1 \text{ mm}$, $z_e = 72.6 \text{ mm}$

zul. Vergleichsspannung: $\sigma_{v,Rd} = 218.2 \text{ N/mm}^2$

Nulllinie der Grenzdehnungen (plast.): $y_0 = 1.25 \text{ cm}$, $z_0 = -1.40 \text{ cm}$, $\alpha = 221.787^\circ$

Grenzdehnungen des Querschnitts (plast.): $\epsilon_{\min} = -1.27 \text{ ‰}$, $\epsilon_{\max} = 150.00 \text{ ‰}$

Grenznormalspannungen des Querschnitts (plast.): $\sigma_{\min} = -202.57 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{\max} = 189.78 \text{ N/mm}^2$

Grenzschubspannungen des Querschnitts (plast.): $\tau_{\min} = 46.47 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{\max} = 62.15 \text{ N/mm}^2$

Grenzvergleichsspannungen des Querschnitts (plast.): $\sigma_{v,\min} = 82.98 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{v,\max} = 218.18 \text{ N/mm}^2$

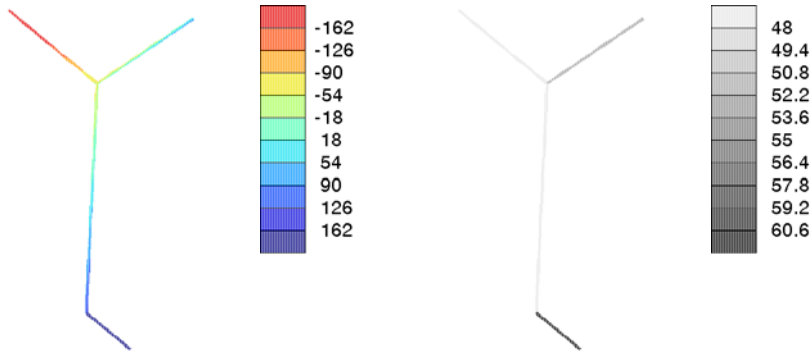
Grenzspannungen der Querschnittslinien (plast.) in N/mm^2 :

1: $\sigma_{\min} = -202.57$, $\sigma_{\max} = -49.35$, $\tau = 46.47$, $\sigma_{v,\min} = 94.42$, $\sigma_{v,\max} = 217.98$

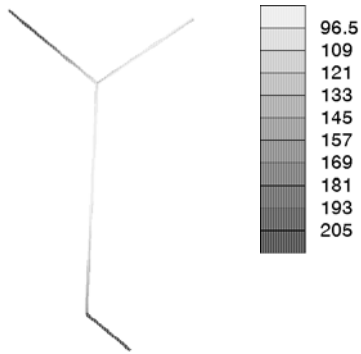
2: $\sigma_{\min} = -100.03$, $\sigma_{\max} = 86.59$, $\tau = 52.04$, $\sigma_{V,\min} = 90.14$, $\sigma_{V,\max} = 134.66$
 3: $\sigma_{\min} = -72.06$, $\sigma_{\max} = 133.57$, $\tau = 47.88$, $\sigma_{V,\min} = 82.98$, $\sigma_{V,\max} = 157.22$
 4: $\sigma_{\min} = -124.48$, $\sigma_{\max} = 189.78$, $\tau = 62.15$, $\sigma_{V,\min} = 160.76$, $\sigma_{V,\max} = 218.18$
 Lastfaktor der Schubspannungen (plast.): $f_{\tau,pl} = 0.941 \Rightarrow U_{\tau,pl} = 1.062$
 max. Lastfaktor der Normalspannungen (plast.): $f_{\sigma,pl} = 0.942 \Rightarrow U_{\sigma,pl} = 1.061$
 Gesamt: Ausnutzung: $U_{pl} = 1.062 > 1$ **Fehler !!**

Normalspannungen σ_x [N/mm²]
 min $\sigma_x = -202.6$, max $\sigma_x = 189.8$

Schubspannungen τ [N/mm²]
 max $\tau = 62.2$



Vergleichsspannungen σ_v [N/mm²]
 max $\sigma_v = 218.2$



Spannungen

y mm	z mm	σ_x N/mm ²	τ N/mm ²	σ_v N/mm ²
0.0	0.8	-202.57	46.47	217.98
-33.5	132.4	-124.48	62.15	164.57
-52.9	148.5	189.78	62.15	218.18
-53.2	148.1	189.78	62.15	218.18

y,z: Knotenkoordinaten; σ_x, τ, σ_v : Spannungen

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung: Tragfähigkeit max $U = 1.218 > 1$ **Fehler !!**

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!