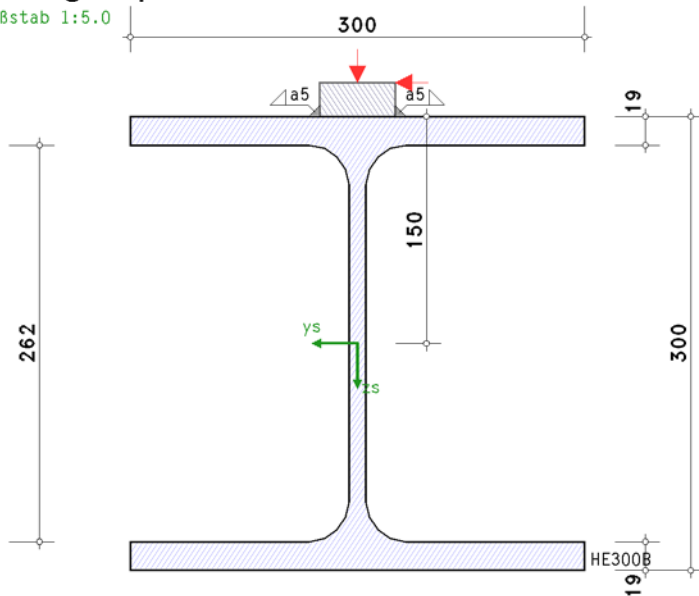


1. Eingabeprotokoll

Maßstab 1:5.0



Stahlsorte

Stahlgüte S235

Querschnitt

Träger: Profil HE300B

Kranbahn

Flachstahlschiene, schubfest mit dem Träger verbunden

Verbindung mit Kehlnähten: Nahtdicke $a_w = 5.0$ mm, unterbrochene Naht mit Abschnittslänge $l_w = 60.0$ mm (versetzt)

Schiene: Breite $b_r = 50.0$ mm, Höhe $h = 30.0$ mm, 25% Abnutzung

Höhe, Querschnittsfläche, Trägheitsmomente der abgenutzten Schiene $h_r = 22.5$ mm, $A_r = 11.25$ cm²,

$I_{yr} = 4.75$ cm⁴, $I_{tr} = 14.18$ cm⁴

Belastung

Schnittgrößen im Grenzzustand der Gebrauchtauglichkeit (GZG):

Lk 1: $M_{y,Ed} = -129.8$ kNm, $V_{z,Ed} = 175.5$ kN

Querbelastung auf dem oberen Querschnittsrand:

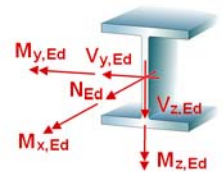
vertikale Radlast $F_{z,Ed,GZG} = 113.70$ kN

horizontale Radlast $H_{Ed,GZG} = 17.40$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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

Gebrauchtauglichkeit $\gamma_{M,ser} = 1.00$



2. Nachweis der Lasteinleitung aus Kranbahn

Querschnittswerte

$A = 149.08$ cm², $z_s = 150.0$ mm, $I_y = 25165.90$ cm⁴, $y_s = 0.0$ mm, $I_z = 8562.83$ cm⁴

wirksame Lasteinleitungslänge aus der Kranbahn

effektive Breite $b_{eff} = b_r + h_r + t_{fo} = 91.5$ mm $\leq b_{fo}$

Trägheitsmoment der Schiene mit Trägerflansch $I_{rf} = 39.38$ cm⁴

effektive Länge $l_{eff} = 3.25 \cdot (I_{rf}/t_w)^{1/3} = 107.1$ mm

Länge der starren Lasteinleitung

bezogen auf die Flanschaußenkante $s_s = l_{eff} - 2 \cdot t_f = 69.1$ mm / auf den Steganschnitt $s_w = l_{eff} + 2 \cdot r = 161.1$ mm

2.1. Elastisches Verhalten (GZG)

zulässige Spannungen

$\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_{M,ser} = 235.0$ N/mm², $\tau_{Rd} = f_y/(3^{1/2} \cdot \gamma_{M,ser}) = 135.7$ N/mm²

Radlastpressung an der Stegoberkante

lokale Normalspannung $\sigma_{oz,Ed} = -F_{z,Ed}/(t_w \cdot s_w) = -64.2$ N/mm², $F_{z,Ed} = 113.7$ kN, $s_w = 161.1$ mm

$|\sigma_{oz,Ed}| = 64.2$ N/mm² $<$ $\sigma_{Rd} = 235.0$ N/mm² $\Rightarrow U = 0.273 < 1$ **ok**

zugehörige lokale Schubspannung $\tau_{oxz,Ed} = 0.2 \cdot \sigma_{oz,Ed} = -12.8$ N/mm²

$$|\tau_{\text{oxz,Ed}}| = 12.8 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{Rd}} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.095 < 1 \text{ ok}$$

Spannungen an der Stegoberkante

$$\text{Lk 1: } M_{y,Ed} = -129.8 \text{ kNm}, V_{z,Ed} = 175.5 \text{ kN}$$

$$\text{Normalspannung } \sigma_{x,Ed} = 53.6 \text{ N/mm}^2$$

$$|\sigma_{x,Ed}| = 53.6 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{Rd}} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.228 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{Schubspannung } \tau_{xz,Ed} = 37.0 \text{ N/mm}^2$$

$$|\tau_{xz,Ed}| + |\tau_{\text{oxz,Ed}}| = 49.8 \text{ N/mm}^2 < \tau_{\text{Rd}} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.367 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{Vergleichsspannung } \sigma_v = (\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{\text{oz,Ed}}^2 - \sigma_{x,Ed} \cdot \sigma_{\text{oz,Ed}} + 3 \cdot (|\tau_{xz,Ed}| + |\tau_{\text{oxz,Ed}}|)^2)^{1/2} = 133.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = 133.7 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{Rd}} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.569 < 1 \text{ ok}$$

$$\text{Maximale Ausnutzung: } \max U_{\text{GZG}} = 0.569 < 1 \text{ ok}$$

2.2. Schienenschweißnähte an der Flanschaußenkante (unterbrochene Nähte, versetzte Anordnung)

$$N_{Ed} = -F_{z,Ed}/2 = -56.9 \text{ kN}, V_{Ed} = -1.15 \cdot H_{Ed} = -20.0 \text{ kN}$$

$$\text{wirksame Nahtlänge } l_{\text{eff}} = l_w = 69.1 \text{ mm}$$

$$\text{Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: } F_{Ed}(\sigma_s) = 7.87 \text{ kN/cm}, F_{Ed}(\tau_s) = 3.77 \text{ kN/cm}$$

$$\text{Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: } \sigma_s = 15.73 \text{ kN/cm}^2, \tau_s = 7.53 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 20.44 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 36.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{1,w,Ed} = 20.44 \text{ kN/cm}^2 < f_{1w,d} = 36.00 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.568 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 15.73 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): } f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 25.92 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = 15.73 \text{ kN/cm}^2 < f_{2w,d} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.607 < 1 \text{ ok}$$

$$N_{Ed} = -56.9 \text{ kN (s.o.)}, V_{Ed} = 1.15 \cdot H_{Ed} = 20.0 \text{ kN}$$

$$\text{wirksame Nahtlänge } l_{\text{eff}} = l_w = 69.1 \text{ mm}$$

$$\text{Kräfte auf der wirksamen Nahtfläche: } F_{Ed}(\sigma_s) = 7.87 \text{ kN/cm}, F_{Ed}(\tau_s) = 3.77 \text{ kN/cm}$$

$$\text{Spannungen auf der wirksamen Nahtfläche: } \sigma_s = 15.73 \text{ kN/cm}^2, \tau_s = 7.53 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{1,w,Ed} = (\sigma_s^2 + 3 \cdot (\tau_s^2 + \tau_p^2))^{1/2} = 20.44 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.1): } f_{1w,d} = f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}) = 36.00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{1,w,Ed} = 20.44 \text{ kN/cm}^2 < f_{1w,d} = 36.00 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.568 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = |\sigma_s| = 15.73 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Tragfähigkeit einer Schweißnaht (Bed.2): } f_{2w,d} = 0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2} = 25.92 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{2,w,Ed} = 15.73 \text{ kN/cm}^2 < f_{2w,d} = 25.92 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow U = 0.607 < 1 \text{ ok}$$

3. Endergebnis

$$\text{Maximale Ausnutzung: } \max U = 0.607 < 1 \text{ ok}$$

Nachweis erbracht