

2. Nachweis der Lasteinleitung aus Kranbahn

Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Platten-/Schubbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Quersteifen dienen als starre Lagerung des Blechfelds.

Voraussetzung: Lokales Beulen der Steifen ist ausgeschlossen.

Querschnittswerte: $A = 897.16 \text{ cm}^2$, $z_s = 1110.4 \text{ mm}$, $I_y = 7053259.04 \text{ cm}^4$, $y_s = -14.2 \text{ mm}$, $I_z = 104526.54 \text{ cm}^4$

wirksame Lasteinleitungslänge aus der Kranbahn:

$$l_{\text{eff}} = 3.25 \cdot ((l_r + l_{f,\text{eff}})/t_w)^{1/3} = 262.2 \text{ mm}$$

Länge der starren Lasteinleitung:

$$\text{bezogen auf die Flanschaußenkante } s_s = l_{\text{eff}} - 2 \cdot t_f = 202.2 \text{ mm} / \text{ auf den Steganschnitt } s_w = l_{\text{eff}} = 262.2 \text{ mm}$$

2.1. Stegpressung (GZT)

zulässige Spannungen: $\sigma_{Rd} = f_y/\gamma_{M0} = 235.0 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = f_y/(3^{1/2} \cdot \gamma_{M0}) = 135.7 \text{ N/mm}^2$

Stegbiegespannung: $M_{T,Ed} = F_{z,Ed} \cdot e_y = 16.80 \text{ kNm} \Rightarrow \sigma_T = 98.3 \text{ N/mm}^2$

Radlastpressung am Steganschnitt:

lokale Spannungen $\sigma_{\text{oz},Ed} = -106.8 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{\text{oxz},Ed} = -21.4 \text{ N/mm}^2$

$$|\sigma_{\text{oz},Ed}| + |\sigma_{T,Ed}| = 205.1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.873 < 1 \text{ ok}$$

$$|\tau_{\text{oxz},Ed}| = 21.4 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.157 < 1 \text{ ok}$$

Spannungen am Steganschnitt:

Lk 1: $M_{y,Ed} = 420.0 \text{ kNm}$

Spannungen $\sigma_{x,Ed} = -106.8 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{xz,Ed} = -21.4 \text{ N/mm}^2$

$$|\sigma_{x,Ed}| = 6.4 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.027 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_v = 110.1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.469 < 1 \text{ ok}$$

Maximale Ausnutzung: $\max U_{GZT} = 0.469 < 1 \text{ ok}$

2.2. Elastisches Verhalten (GZG)

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

Stegbiegespannung: $M_{T,Ed} = F_{z,Ed} \cdot e_y = 15.90 \text{ kNm} \Rightarrow \sigma_T = 93.1 \text{ N/mm}^2$

Radlastpressung an der Stegoberkante:

lokale Spannungen $\sigma_{\text{oz},Ed} = -101.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{\text{oxz},Ed} = -20.2 \text{ N/mm}^2$

$$|\sigma_{\text{oz},Ed}| + |\sigma_{T,Ed}| = 194.1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.826 < 1 \text{ ok}$$

$$|\tau_{\text{oxz},Ed}| = 20.2 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.149 < 1 \text{ ok}$$

Spannungen an der Stegoberkante:

Lk 1: $M_{y,Ed} = 360.0 \text{ kNm}$

Spannungen $\sigma_{x,Ed} = -101.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{xz,Ed} = -20.2 \text{ N/mm}^2$

$$|\sigma_{x,Ed}| = 5.5 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.023 < 1 \text{ ok}$$

$$\sigma_v = 104.5 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.445 < 1 \text{ ok}$$

Maximale Ausnutzung: $\max U_{GZG} = 0.445 < 1 \text{ ok}$

2.3. Querlastbeulen (GZT)

Schlankheitsgrad $\lambda_F = (F_y/F_{cr})^{1/2} = 0.839$, $F_y = 2840.0 \text{ kN}$

Abminderungsfaktor $\chi_F = 0.596$

Beulwiderstand $F_{z,Rd} = f_y \cdot L_{\text{eff}} \cdot t_w / \gamma_{M1} = 1538.11 \text{ kN}$, $L_{\text{eff}} = \chi_F \cdot l_y = 360.0 \text{ mm}$, $l_y = 604.3 \text{ mm}$

Nachweis: $F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.364 < 1 \text{ ok}$

Interaktion (ohne Platten-/Schubbeulen):

Querbelastung und Vergleichsspannung $(\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1) / 1.4 = 0.528 < 1 \text{ ok}$

mit $\eta_2 = F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.364$, $\eta_1 = \max U_{GZT} = 0.469$

3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.873 < 1 \text{ ok}$

Nachweis erbracht