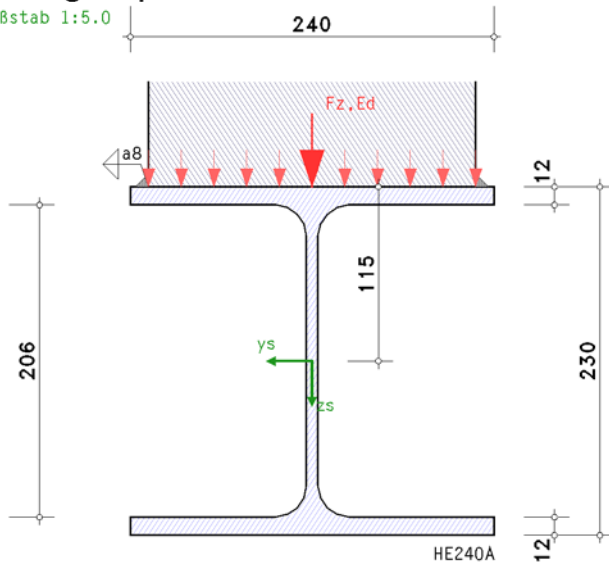


## 1. Eingabeprotokoll

Maßstab 1:5.0



### Stahlsorte

Stahlgüte S235

### Querschnitt

Träger: Profil HE240A

### Belastung

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT):

Lk 1:  $N_{Ed} = -345.0 \text{ kN}$ ,  $M_{y,Ed} = 125.0 \text{ kNm}$ ,  $V_{z,Ed} = 86.0 \text{ kN}$

$M_{z,Ed} = 85.0 \text{ kNm}$ ,  $V_{y,Ed} = 167.0 \text{ kN}$

Querbewehrung auf dem Obergurt:

vertikale Einzellast  $F_{z,Ed,GZT} = 90.00 \text{ kN}$  aus einem aufgeschweißten Blech

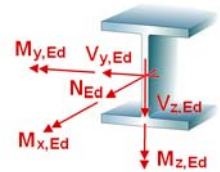
Blechdicke  $t_p = 20.0 \text{ mm}$ , Schweißnahtdicke  $a_w = 6.0 \text{ mm}$

Nachweis im Trägerfeld

### Materialsicherheitsbeiwerte

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

Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen  $\gamma_{M1} = 1.10$



## 2. Nachweis der Lasteinleitung

Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Platten-/Schubbeulen ist ausgeschlossen.

### Querschnittswerte

$A = 76.84 \text{ cm}^2$ ,  $z_s = 115.0 \text{ mm}$ ,  $I_y = 7763.27 \text{ cm}^4$ ,  $y_s = 0.0 \text{ mm}$ ,  $I_z = 2768.81 \text{ cm}^4$

Lasteinzuglänge durch das aufgeschweißte Blech  $s_s = t_p + 2.828 \cdot a_w = 37.0 \text{ mm}$

wirksame Lasteinleitungslänge  $l_{eff} = s_s + 2 \cdot t_f = 61.0 \text{ mm}$ ,  $t_f = 12.0 \text{ mm}$

bezogen auf die Flanschaußenkante  $s_s = l_{eff} - 2 \cdot t_f = 37.0 \text{ mm}$  / auf den Steganschnitt  $s_w = l_{eff} + 2 \cdot r = 103.0 \text{ mm}$

### 2.1. Stegpressung (GZT)

#### zulässige Spannungen

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

#### Einzellastpressung am Steganschnitt

lokale Normalspannung  $\sigma_{oz,Ed} = -F_{z,Ed} / (t_w \cdot s_w) = -116.5 \text{ N/mm}^2$ ,  $F_{z,Ed} = 90.0 \text{ kN}$ ,  $s_w = 103.0 \text{ mm}$

$|\sigma_{oz,Ed}| = 116.5 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.496 < 1 \text{ ok}$

#### Spannungen am Steganschnitt

Lk 1:  $N_{Ed} = -345.0 \text{ kN}$ ,  $M_{y,Ed} = 125.0 \text{ kNm}$ ,  $V_{z,Ed} = 86.0 \text{ kN}$ ,  $M_{z,Ed} = 85.0 \text{ kNm}$

Normalspannung  $\sigma_{x,Ed} = -176.9 \text{ N/mm}^2$

$|\sigma_{x,Ed}| = 176.9 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.753 < 1 \text{ ok}$

Schubspannung  $\tau_{xz,Ed} = 51.0 \text{ N/mm}^2$

$|\tau_{xz,Ed}| = 51.0 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = 135.7 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.376 < 1 \text{ ok}$

Vergleichsspannung  $\sigma_v = (\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{oz,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed} \cdot \sigma_{oz,Ed} + 3 \cdot \tau_{xz,Ed}^2)^{1/2} = 179.1 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_v = 179.1 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow U = 0.762 < 1 \text{ ok}$$

Maximale Ausnutzung:  $\max U_{GZT} = 0.762 < 1 \text{ ok}$

## 2.2. Querlastbeulen (GZT)

Beulfeld  $a = 20600.0 \text{ mm}$ ,  $h_w = 206.0 \text{ mm}$ ,  $t_w = 7.5 \text{ mm}$

Beulwert  $k_F = 6.0 + 2 \cdot (h_w/a)^2 = 6.00$  (Typ (a))

kritische Beullast  $F_{cr} = k_F \cdot \sigma_E \cdot t_w \cdot h_w = 2332.3 \text{ kN}$ ,  $\sigma_E = \pi^2 \cdot E / (12 \cdot (1 - \mu^2)) \cdot (t/b')^2 = 251.6 \text{ N/mm}^2$ ,  $b' = 206.0 \text{ mm}$

wirksame Lastausbreitungslänge  $l_y = s_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + m_1^{1/2}) = 196.7 \text{ mm}$ ,  $m_1 = b_f/t_w = 32.00$

Fließlast  $F_y = f_y \cdot t_w \cdot l_y = 346.7 \text{ kN}$

Schlankheitsgrad  $\lambda_F = (F_y/F_{cr})^{1/2} = 0.386$

Abminderungsfaktor  $\chi_F = 0.5/\lambda_F = 1.297 > 1 \Rightarrow \chi_F = 1.000$

wirksame Beullänge  $L_{eff} = \chi_F \cdot l_y = 196.7 \text{ mm}$

Beulwiderstand  $F_{z,Rd} = f_y \cdot L_{eff} \cdot t_w / \gamma_{M1} = 315.22 \text{ kN}$

Nachweis

$$F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.286 < 1 \text{ ok}$$

Interaktion (ohne Platten-/Schubbeulen)

Querbelastung und Vergleichsspannung  $(\eta_2 + 0.8 \cdot \eta_1) / 1.4 = 0.639 < 1 \text{ ok}$

mit  $\eta_2 = F_{z,Ed}/F_{z,Rd} = 0.286$ ,  $\eta_1 = \max U_{GZT} = 0.762$

## 3. Endergebnis

Maximale Ausnutzung:  $\max U = 0.762 < 1 \text{ ok}$

**Nachweis erbracht**