

Sonderprobleme nach Eurocode 3

EC 3-1-5 (12.10), NA: Deutschland

Stahlsorte

Stahlgüte S 355

Querschnitt

Träger: Profilparameter (I-Profil):

$h = 3080.0 \text{ mm}$, $t_w = 15.0 \text{ mm}$, $b_f = 800.0 \text{ mm}$, $t_f = 40.0 \text{ mm}$

Längssteifen: Anzahl $n_{st} = 1$

Profilparameter (Flachstahl):

$h = 250.0 \text{ mm}$, $t = 25.0 \text{ mm}$

Abstand der Steife von Oberkante Träger $d_{st,0} = 2540.0 \text{ mm}$

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 300.0 \text{ cm}$

Methode der reduzierten Spannungen

Anordnung einer starren Auflagersteife

Nachweis am Zwischenaufleger

Beulwerte mit 4H-Werkzeug berechnen

Belastung

Schnittgrößen bezogen auf den versteiften Querschnitt:

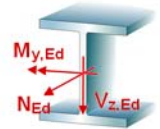
Lk 1: Methode der reduz. Spannungen (Kap. 10)

$N_{Ed} = -4000.0 \text{ kN}$ $M_{Ed} = -32750.0 \text{ kNm}$ $V_{Ed} = 3288.0 \text{ kN}$

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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



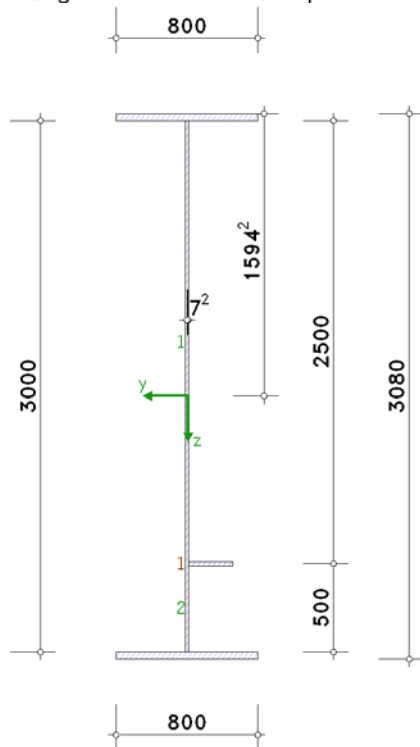
Beulnachweise

Voraussetzung: Flanscinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Lokales Beulen der Steifen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Das Blechfeld ist starr gelagert.

Die Voraussetzungen werden nicht überprüft !!



Methode der reduzierten Spannungen

EC 3-Konvention, Druckspannungen positiv

Schubverzerrungen werden vernachlässigt.

Querschnittswerte: $A = 1152.50 \text{ cm}^2$, $z_s = 1594.2 \text{ mm}$, $I_y = 18753552.18 \text{ cm}^4$, $y_s = 7.2 \text{ mm}$, $I_z = 355050.53 \text{ cm}^4$

Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = -243.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = 294.2 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 73.1 \text{ N/mm}^2$

Querschnittsklasse: 4 $\Rightarrow$ Beulnachweis erforderlich !!

Beulwerte (4H-Werkzeug)

Steg: $\alpha_{cr} = 0.838$, $\alpha_{cr,1} = 0.621$, $\alpha_{cr,2} = 2.688$

Reduzierte Spannungen

Flansch oben:

Beulspannungen $\sigma_{Ed} = -240.2 \text{ N/mm}^2 \leq 0 \Rightarrow$ Nachweis nicht erforderlich

Flansch unten:

$\sigma_{Ed} = 290.7 \text{ N/mm}^2$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.646$, $\alpha_{ult} = 1.221$, $\alpha_{cr} = 2.925$

Abminderungsfaktor $\rho = 1$ für $\lambda_p < 0.748$, $\psi = 1.000$

Grenzbeulspannung $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 322.7 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd} = 0.901 < 1$ **ok.**

Steg:

Einzelfeld 1:

$\sigma_{Ed} = 236.7 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Ed} = 73.1 \text{ N/mm}^2$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 1.459$, $\alpha_{ult} = 1.323$, $\alpha_{cr} = 0.621$ (4H-Werkzeug)

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p = 0.638 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.887$, $\psi = -1.184$

Abminderungsfaktor $\chi_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.635$ für $\lambda_w \geq 1.08$

Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 206.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 204.8 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 1.304 > 1$ **nicht ok. !!**

Einzelfeld 2:

$\sigma_{Ed} = 287.2 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Ed} = 73.1 \text{ N/mm}^2$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.649$, $\alpha_{ult} = 1.131$, $\alpha_{cr} = 2.688$ (4H-Werkzeug)

Abminderungsfaktor $\rho = 1$ für $\lambda_p < 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.716$, $\psi = 0.696$

Abminderungsfaktor $\chi_w = 1.200 = \eta$ für $\lambda_w < 0.83/\eta = 0.692$

Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 322.7 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 387.3 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.948 < 1$ **ok.**

Gesamtfeld:

$\sigma_{Ed} = 287.2 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Ed} = 73.1 \text{ N/mm}^2$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 1.162$, $\alpha_{ult} = 1.131$, $\alpha_{cr} = 0.838$ (4H-Werkzeug)

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p = 0.772 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.861$, $\psi = -0.824$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = \alpha_{cr} \cdot \sigma_{Ed} = 240.8 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{Ed} = 287.2 \text{ N/mm}^2$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,c} = \sigma_{cr,c,sl} \cdot \sigma_1 / \sigma_{sl} = 1978.8 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_1 / \sigma_{sl} = 1.437$, $\sigma_{cr,c,sl} = 1377.2 \text{ N/mm}^2$

Abminderungsfaktor $\chi_c = 0.428 \leq 1$ für $\lambda_c > 0.2$

endgültiger Abminderungsfaktor $\rho = (\rho - \chi_c) \cdot \xi \cdot (2 - \xi) + \chi_c = 0.428$ mit $\xi = 0.000$

Abminderungsfaktor $\chi_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.736$ für $\lambda_w \geq 1.08$

Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 138.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 237.5 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 2.147 > 1$ **nicht ok. !!**

Gesamtausnutzung: $U = 2.147 > 1$ **nicht ok. !!**

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 2.147 > 1$ **nicht ok. !!**

Tragfähigkeit nicht gewährleistet !!

Vorschriften

DIN EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

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

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2010

DIN EN 1993-1-5, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile;

