

POS. 18: WAGENKNECHT BD.2, BSP.11.10.6

Sonderprobleme nach Eurocode 3

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

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Querschnitt

Beulfeld: Dicke $t = 10.0$ mm, Breite $b = 1698.0$ mm

Längssteifen: Anzahl $n_{st} = 2$

Profil L100X65X9

Abstand der ersten Steife von Oberkante Blech $d_{st,0} = 566.0$ mm

gleichmäßiger Abstand der Steifen voneinander $d_{st} = 566.0$ mm

Quersteifen zur Begrenzung des Beulfelds:

Profilparameter (T-Profil):

$h = 260.0$ mm, $t_w = 10.0$ mm, $b_f = 100.0$ mm, $t_f = 10.0$ mm

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 345.0$ cm

Methode der reduzierten Spannungen

Nachweis im Trägerfeld

Beulwerte mit 4H-Werkzeug berechnen

Belastung

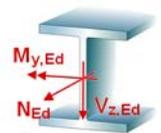
Schnittgrößen bezogen auf den versteiften Querschnitt:

Lk 1: $N_{Ed} = -2182.0$ kN $V_{Ed} = 687.0$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

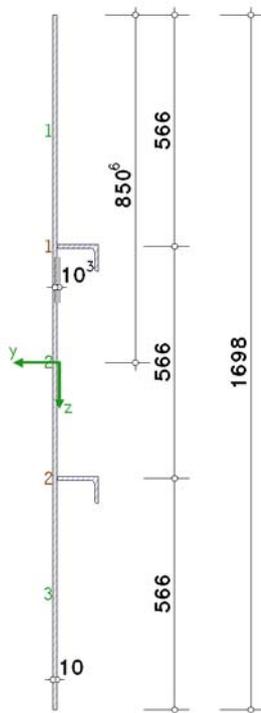


Beulnachweise

Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Lokales Beulen der Steifen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Quersteifen dienen als starre Lagerung des Blechfeldes.



Lk 1:**Methode der reduzierten Spannungen**

EC 3-Konvention, Druckspannungen positiv

Schubverzerrungen werden vernachlässigt.

Querschnittswerte: $A = 198.20 \text{ cm}^2$, $z_s = 850.6 \text{ mm}$, $I_y = 430845.31 \text{ cm}^4$, $y_s = 10.3 \text{ mm}$, $I_z = 1546.56 \text{ cm}^4$ Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = 110.1 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = 110.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 40.5 \text{ N/mm}^2$

Beulwerte (4H-Werkzeug)

Steg: $\alpha_{cr} = 1.948$, $\alpha_{cr,1} = 2.024$, $\alpha_{cr,2} = 2.024$, $\alpha_{cr,3} = 2.024$ **Reduzierte Spannungen**

Einzelfeld 1:

$$\sigma_{Ed} = 110.1 \text{ N/mm}^2, \tau_{Ed} = 40.5 \text{ N/mm}^2$$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.943$, $\alpha_{ult} = 1.801$, $\alpha_{cr} = 2.024$ (4H-Werkzeug)Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.813 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$ Abminderungsfaktor $\chi_w = 0.83/\lambda_w = 0.880$ für $0.83/\eta = 0.692 \leq \lambda_w < 1.08$ Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 173.7 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 188.0 \text{ N/mm}^2$ Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.735 < 1$ **ok.**

Einzelfeld 2:

$$\sigma_{Ed} = 110.1 \text{ N/mm}^2, \tau_{Ed} = 40.5 \text{ N/mm}^2$$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.943$, $\alpha_{ult} = 1.801$, $\alpha_{cr} = 2.024$ (4H-Werkzeug)Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.813 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$ Abminderungsfaktor $\chi_w = 0.83/\lambda_w = 0.880$ für $0.83/\eta = 0.692 \leq \lambda_w < 1.08$ Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 173.7 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 188.0 \text{ N/mm}^2$ Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.735 < 1$ **ok.**

Einzelfeld 3:

$$\sigma_{Ed} = 110.1 \text{ N/mm}^2, \tau_{Ed} = 40.5 \text{ N/mm}^2$$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.943$, $\alpha_{ult} = 1.801$, $\alpha_{cr} = 2.024$ (4H-Werkzeug)Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.813 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$ Abminderungsfaktor $\chi_w = 0.83/\lambda_w = 0.880$ für $0.83/\eta = 0.692 \leq \lambda_w < 1.08$ Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 173.7 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 188.0 \text{ N/mm}^2$ Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.735 < 1$ **ok.**

Gesamtfeld:

$$\sigma_{Ed} = 110.1 \text{ N/mm}^2, \tau_{Ed} = 40.5 \text{ N/mm}^2$$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.961$, $\alpha_{ult} = 1.801$, $\alpha_{cr} = 1.948$ (4H-Werkzeug)Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.802 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$ kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = \alpha_{cr} \cdot \sigma_{Ed}' = 214.5 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{Ed}' = 110.1 \text{ N/mm}^2$ kritische Beulspannung $\sigma_{cr,c} = \sigma_{cr,c,sl} \cdot \sigma_1 / \sigma_{sl} = 177.8 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_1 / \sigma_{sl} = 1.000$, $\sigma_{cr,c,sl} = 177.8 \text{ N/mm}^2$ Abminderungsfaktor $\chi_c = 0.514 \leq 1$ für $\lambda_c > 0.2$ endgültiger Abminderungsfaktor $\rho = (\rho - \chi_c) \cdot \xi \cdot (2 - \xi) + \chi_c = 0.621$ mit $\xi = 0.206$ Abminderungsfaktor $\chi_w = 0.83/\lambda_w = 0.863$ für $0.83/\eta = 0.692 \leq \lambda_w < 1.08$ Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 132.6 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 184.4 \text{ N/mm}^2$ Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.913 < 1$ **ok.**Längssteifen: Drillknicken der Steife $I_{T,st}/I_{p,st} = 0.47\% < 5.3 \cdot f_y / E = 0.59\%$ **ok.**

Quersteifen:

Starre Lagerung des Beulfelds:

Annahme: Quersteifen ohne Normalkraft.

$$I_{st} = 2510.06 \text{ cm}^4 > \sigma_m / E \cdot (b/\pi)^4 \cdot (1 + w_0 \cdot 300 \cdot u/b) = 10.60 \text{ cm}^4 \text{ ok.}$$

Drillknicken:

$$I_{T,st}/I_{p,st} = 0.10\% < 5.3 \cdot f_y / E = 0.59\% \text{ ok.}$$

Mindestträgheitsmoment zur Gewährleistung der starren Randlagerung:

$$I_{sl} = 7105.27 \text{ cm}^4 > 0.75 \cdot h_w \cdot t^3 = 127.35 \text{ cm}^4 \text{ ok. für } a/h_w = 2.03 \geq 2^{1/2}$$

Gesamtausnutzung: $U = 0.913 < 1$ **ok.****Endergebnis**

Maximale Ausnutzung:

$$\max U = 0.913 < 1 \text{ ok.}$$

Voraussetzungen:

erfüllt **ok.****Nachweise erbracht**

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;
Deutsche Fassung EN 1993-1-5:2006 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
DIN EN 1993-1-5/NA, Nationaler Anhang zur DIN EN 1993-1-5, Ausgabe Dezember 2010