

POS. 19: WAGENKNECHT BD.2, BSP.11.10.7

Sonderprobleme nach Eurocode 3

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

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Querschnitt

Beulfeld: Dicke $t = 12.0$ mm, Breite $b = 700.0$ mm

Quersteifen zur Begrenzung des Beulfelds:

Profil L100X65X9

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 200.0$ cm

Methode der reduzierten Spannungen

Nachweis im Trägerfeld

Beulwerte nach EC 3-1-5 berechnen

Belastung

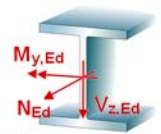
Bemessungswert der vertikalen Einzellast $F_{z,Ed} = 400.0$ kN, Lastangriff oben, Lasteinleitungslänge $s_s = 300.0$ mm

Lk 1: $M_{Ed} = 69.6$ kNm $V_{Ed} = 244.0$ kN

Materialsicherheitsbeiwerte

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

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

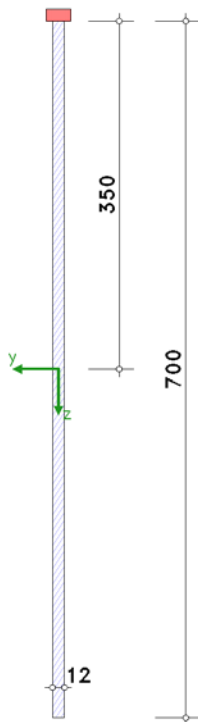


Beulnachweise

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

Querlastbeulen: Lasteinleitungslänge > Abstand zweier Einzellasten, Doppellast wird nicht untersucht !!

Schubverzerrungen werden vernachlässigt.

Querschnittswerte: $A = 84.00 \text{ cm}^2$, $z_s = 350.0 \text{ mm}$, $I_y = 34300.00 \text{ cm}^4$, $y_s = 0.0 \text{ mm}$, $I_z = 10.08 \text{ cm}^4$

Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = 71.0 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = -71.0 \text{ N/mm}^2$, $\tau = 29.0 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_z = 111.1 \text{ N/mm}^2$

Reduzierte Spannungen

$\sigma_{Ed} = 71.0 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{z,Ed} = 111.1 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Ed} = 29.0 \text{ N/mm}^2$

bezogener Schlankheitsgrad $\lambda_p = \lambda_c = \lambda_w = (\alpha_{ult}/\alpha_{cr})^{1/2} = 0.975$, $\alpha_{ult} = 2.143$, $\alpha_{cr} = 2.256$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.910 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.874$, $\psi = -1.000$

Abminderungsfaktor $\rho_z = 1 / (\varphi_p + (\varphi_p^2 - \lambda_p)^{1/2}) = 0.793$ mit $\varphi_p = (1 + \alpha_p \cdot (\lambda_p - \lambda_{p0}) + \lambda_p) / 2 = 1.017$, $\alpha_p = 0.34$, $\lambda_{p0} = 0.8$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = \alpha_{cr} \cdot \sigma_{z,Ed} = 250.6 \text{ N/mm}^2$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,c} = \pi^2 \cdot E / (12 \cdot (1 - \mu^2)) \cdot (t/b')^2 = 55.8 \text{ N/mm}^2$, $b' = 700.0 \text{ mm}$

Abminderungsfaktor $\chi_c = 0.683 \leq 1$ für $\lambda_c > 0.2$

endgültiger Abminderungsfaktor $\rho_z = (\rho_z \cdot \chi_c) \cdot \xi \cdot (2 - \xi) + \chi_c = 0.793$ mit $\xi = 1.000$

Abminderungsfaktor $\chi_w = 0.83 / \lambda_w = 0.852$ für $0.83 / \eta = 0.692 \leq \lambda_w < 1.08$

Grenzbeulspannungen $\sigma_{Rd} = \rho \cdot f_y / \gamma_{M1} = 194.5 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_{z,Rd} = \rho_z \cdot f_y / \gamma_{M1} = 169.4 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{Rd} = \chi_w \cdot f_y / \gamma_{M1} = 181.9 \text{ N/mm}^2$

Nachweis: $((\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd})^2 + (\sigma_{z,Ed}/\sigma_{z,Rd})^2 - \rho \cdot \rho_z \cdot (\sigma_{Ed}/\sigma_{Rd}) \cdot (\sigma_{z,Ed}/\sigma_{z,Rd}) + 3 \cdot (\tau_{Ed}/\tau_{Rd})^2)^{1/2} = 0.684 < 1$ **ok.**

Quersteifen:

Starre Lagerung des Beulfelds:

Annahme: Quersteifen ohne Normalkraft.

$I_{st} = 140.66 \text{ cm}^4 > \sigma_m/E \cdot (b/\pi)^4 \cdot (1 + w_0 \cdot 300 \cdot u/b) = 0.17 \text{ cm}^4$ **ok.**

Drillknicken:

$I_{T,st}/I_{p,st} = 0.47\% < 5.3 \cdot f_y/E = 0.59\%$ **ok.**

Mindestträgheitsmoment zur Gewährleistung der starren Randlagerung:

$I_{sl} = 707.95 \text{ cm}^4 > 0.75 \cdot h_w \cdot t^3 = 90.72 \text{ cm}^4$ **ok.** für $a/h_w = 2.86 \geq 2^{1/2}$

Gesamtausnutzung: $U = 0.684 < 1$ **ok.**

Endergebnis

Maximale Ausnutzung:

max $U = 0.684 < 1$ **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