

POS. 16: WAGENKNECHT BD.2, BSP.11.10.4

Sonderprobleme nach Eurocode 3

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

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Querschnitt

Träger: Profilparameter (I-Profil):

$h = 612.0 \text{ mm}$, $t_w = 4.0 \text{ mm}$, $b_f = 300.0 \text{ mm}$, $t_f = 6.0 \text{ mm}$

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 1000.0 \text{ cm}$

Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

Nachweis im Trägerfeld

mitttragende Trägerlänge (Schubverzerrung) $L_e = 1000.0 \text{ cm}$

Beulwerte nach EC 3-1-5 berechnen

effektive Querschnittswerte: A_{eff} allein aus Druck-, W_{eff} allein aus Biegebeanspruchung

Stabilitätsnachweis nach EC 3-1-1, 6.3

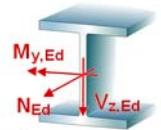
Belastung

Lk 1: $M_{Ed} = 60.0 \text{ kNm}$

Materialsicherheitsbeiwerte

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

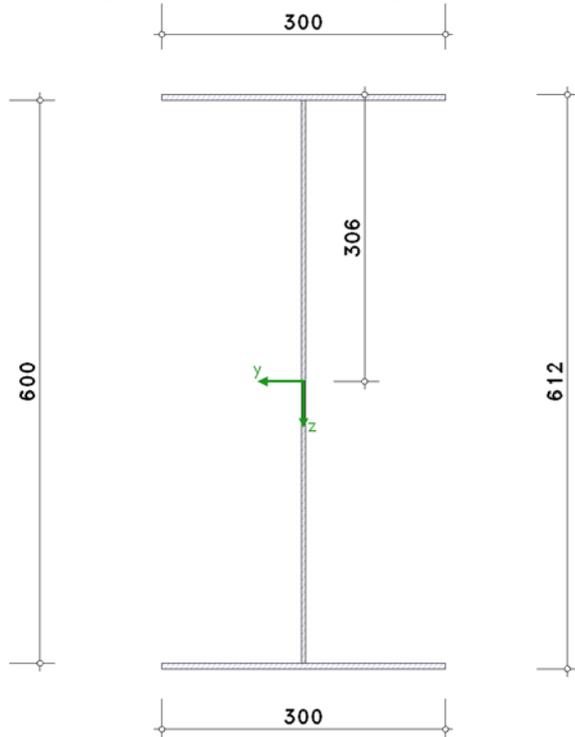
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$



Beulnachweise

Voraussetzung: Flanshinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Das Blechfeld ist starr gelagert.



Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

EC 3-Konvention, Druckspannungen positiv

Schubverzerrung

Flansch oben: $b_0 = b_{f0}/2 = 150.0 \text{ mm} < L_e/50 = 200.0 \text{ mm} \Rightarrow$ ohne Schubverzerrung !!

Flansch unten: $b_0 = b_{fu}/2 = 150.0 \text{ mm} < L_e/50 = 200.0 \text{ mm} \Rightarrow$ ohne Schubverzerrung !!

Querschnittswerte: $A = 60.00 \text{ cm}^2, z_s = 306.0 \text{ mm}, I_y = 40252.32 \text{ cm}^4, y_s = 0.0 \text{ mm}, I_z = 2700.32 \text{ cm}^4$

Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = 45.6 \text{ N/mm}^2, \sigma_u = -45.6 \text{ N/mm}^2$

Querschnittsklasse: 4 \Rightarrow Nachweis für Plattenbeulen erforderlich !!

Plattenbeulen

Effektives Widerstandsmoment für $M_{Ed} = -60.0 \text{ kNm}, N_{Ed} = 0$

Flansch oben:

Querschnittsklasse 4 für $13.77 < c/t = 24.67$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 134.6 \text{ N/mm}^2, \sigma_E = 311.9 \text{ N/mm}^2, k_\sigma = 0.43$

Beulslankheitsgrad $\lambda_p = (f_y/\sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.322$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.188)/\lambda_p^2 = 0.649 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.748, \psi = 1.000$

wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 96.1 \text{ mm}$

Flansch unten:

wirksame Breite $b_{t,eff} = b = 148.0 \text{ mm}$

Steg:

Querschnittsklasse 4 für $\alpha = 0.559$ und $104.16 < c/t = 150.00$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 159.4 \text{ N/mm}^2, \sigma_E = 8.4 \text{ N/mm}^2, k_\sigma = 18.89$

Beulslankheitsgrad $\lambda_p = (f_y/\sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.214$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi))/\lambda_p^2 = 0.741 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.858, \psi = -0.790$

wirksame Breite $b_{c,eff} = (\rho \cdot b) / (1 - \psi) = 248.3 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 99.3 \text{ mm}, b_{e2} = 149.0 \text{ mm}$), $b_{t,eff} = 264.9 \text{ mm}, \psi = -0.790$

Flanschinduziertes Stegbeulen:

$h_w/t_w = 150.00 < (k \cdot E)/(f_y \cdot (A_w/A_{fc})^{1/2}) = 702.13$ ok. mit $k = 0.55, A_w = 24.00 \text{ cm}^2, A_{fc} = 11.76 \text{ cm}^2$

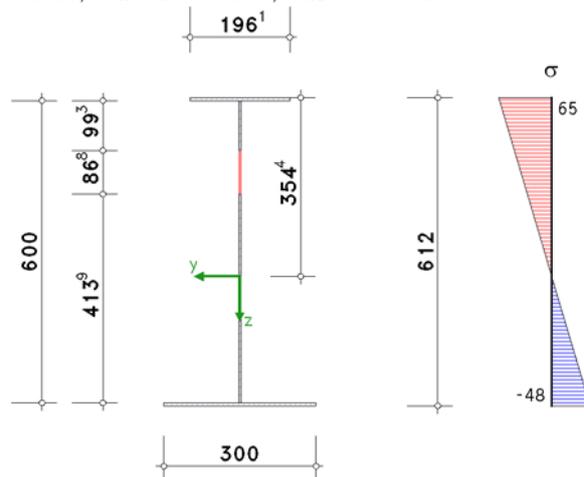
Traglasten bezogen auf den reduzierten Querschnitt:

Abstand des Schwerpunkts von oben $z_{s,eff} = 354.4 \text{ mm}$

Flächenträgheitsmoment $I_{y,eff} = 32470.94 \text{ cm}^4$

Widerstandsmoment $W_{y,eff} = 924.04 \text{ cm}^3$

Traglasten $M_{Rd} = (f_y \cdot W_{y,eff}) / \gamma_{M1} = 197.41 \text{ kNm}$



Nachweis

$M_{Ed}/M_{Rd,u} = 0.304 < 1$ ok.

Gesamtausnutzung: $U = 0.304 < 1$ ok.

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: max $U = 0.304 < 1$ 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