

Sonderprobleme nach Eurocode 3

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

Stahlsorte

Stahlgüte S 355

Querschnitt

Träger: Profilparameter (I-Profil):

$h = 1000.0 \text{ mm}$, $t_w = 8.0 \text{ mm}$, $b_f = 400.0 \text{ mm}$, $t_f = 15.0 \text{ mm}$

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 2000.0 \text{ cm}$

Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

Nachweis im Trägerfeld

Beulwerte nach EC 3-1-5 berechnen

effektive Querschnittsgrößen aus resultierender Verteilung der Längsspannungen

keine Iteration zur Berücksichtigung von Spannungumlagerungen infolge ausfallender Querschnittsteile

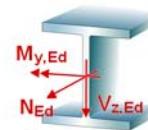
Belastung

Lk 1: $N_{Ed} = -1000.0 \text{ kN}$ $M_{Ed} = 1500.0 \text{ kNm}$

Materialsicherheitsbeiwerte

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

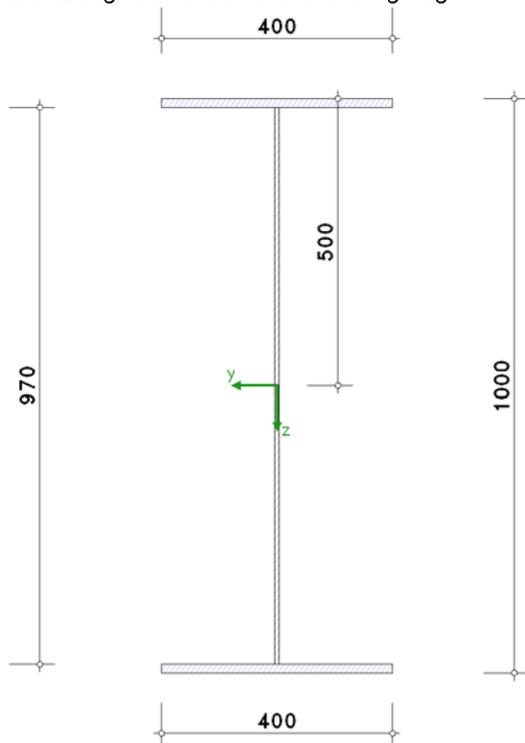
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{M1} = 1.10$



Beulnachweise

Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Das Blechfeld ist starr gelagert.



Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

EC 3-Konvention, Druckspannungen positiv

Schubverzerrungen werden vernachlässigt.

Querschnittswerte: $A = 197.60 \text{ cm}^2$, $z_s = 500.0 \text{ mm}$, $I_y = 351934.87 \text{ cm}^4$, $y_s = -0.0 \text{ mm}$, $I_z = 16004.14 \text{ cm}^4$

Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = 263.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = -162.5 \text{ N/mm}^2$

Querschnittsklasse: 4 \Rightarrow Nachweis für Plattenbeulen erforderlich !!

Plattenbeulen

Effektive Querschnittsfläche

Flansch oben:

Querschnittsklasse 4 für $11.20 < c/t = 13.07$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 479.5 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 1111.6 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 0.43$

Beulschlankheitsgrad $\lambda_p = (f_y / \sigma_{cr,p})^{1/2} = 0.860$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.188) / \lambda_{p^2} = 0.908 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.748$, $\psi = 1.000$

wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 178.0 \text{ mm}$

Flansch unten:

wirksame Breite $b_{t,eff} = b = 196.0 \text{ mm}$

Steg:

Querschnittsklasse 4 für $\alpha = 0.634$ und $81.83 < c/t = 121.25$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 189.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 12.9 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 14.69$

Beulschlankheitsgrad $\lambda_p = (f_y / \sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.368$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_{p^2} = 0.660 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.842$, $\psi = -0.577$

wirksame Breite $b_{c,eff} = (\rho \cdot b) / (1 - \psi) = 405.9 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 162.3 \text{ mm}$, $b_{e2} = 243.5 \text{ mm}$), $b_{t,eff} = 354.8 \text{ mm}$, $\psi = -0.577$

Traglasten bezogen auf den reduzierten Querschnitt:

res. Spannungen $\sigma_o = 308.0 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = -160.3 \text{ N/mm}^2$

Abstand des Schwerpunkts von oben $z_{s,eff} = 535.9 \text{ mm}$

Differenzmoment aus $\Delta z_s = 35.9 \text{ mm}$: $\Delta M_{Ed} = 35.94 \text{ kNm}$

Querschnittsfläche $A_{eff} = 175.46 \text{ cm}^2$

Flächenträgheitsmoment $I_{y,eff} = 328014.41 \text{ cm}^4$

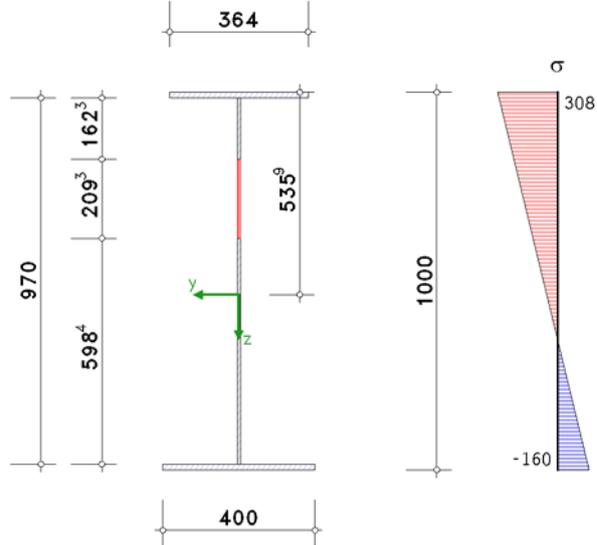
Widerstandsmomente $W_{y,eff,o} = 6207.18 \text{ cm}^3$

$W_{y,eff,u} = 7184.54 \text{ cm}^3$

Traglasten $N_{Rd} = (f_y \cdot A_{eff}) / \gamma_{M0} = 6228.91 \text{ kN}$

$M_{Rd,o} = (f_y \cdot W_{eff,o}) / \gamma_{M0} = 2203.55 \text{ kNm}$

$M_{Rd,u} = (f_y \cdot W_{eff,u}) / \gamma_{M0} = 2550.51 \text{ kNm}$



Nachweis

Einwirkendes Moment $M_{Ed}' = M_{Ed} - \Delta M_{Ed} = -1535.94 \text{ kNm}$

$I_{NEd} / N_{Rd} + |M_{Ed}'| / M_{Rd,o} = 0.161 + 0.697 = 0.858 < 1$ **ok.**

Gesamtausnutzung: $U = 0.858 < 1$ ok.

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.858 < 1$ 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

