

POS. 17: WAGENKNECHT BD.2, BSP.11.10.5

Sonderprobleme nach Eurocode 3

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

Stahlsorte

Stahlgüte S 235

Querschnitt

Träger: Profilparameter (Hohlkasten):

$h = 360.0 \text{ mm}$, $t_w = 6.0 \text{ mm}$ (2x), $b_f = 360.0 \text{ mm}$, $b_{\bar{u}} = 0.0 \text{ mm}$, $t_f = 6.0 \text{ mm}$

Parameter

Länge des Beulfelds $a = 800.0 \text{ cm}$

Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

Nachweis im Trägerfeld

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

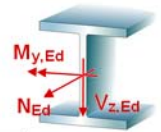
Belastung

Lk 1: $N_{\text{Ed}} = -690.0 \text{ kN}$ $M_{\text{Ed}} = 79.8 \text{ kNm}$

Materialsicherheitsbeiwerte

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

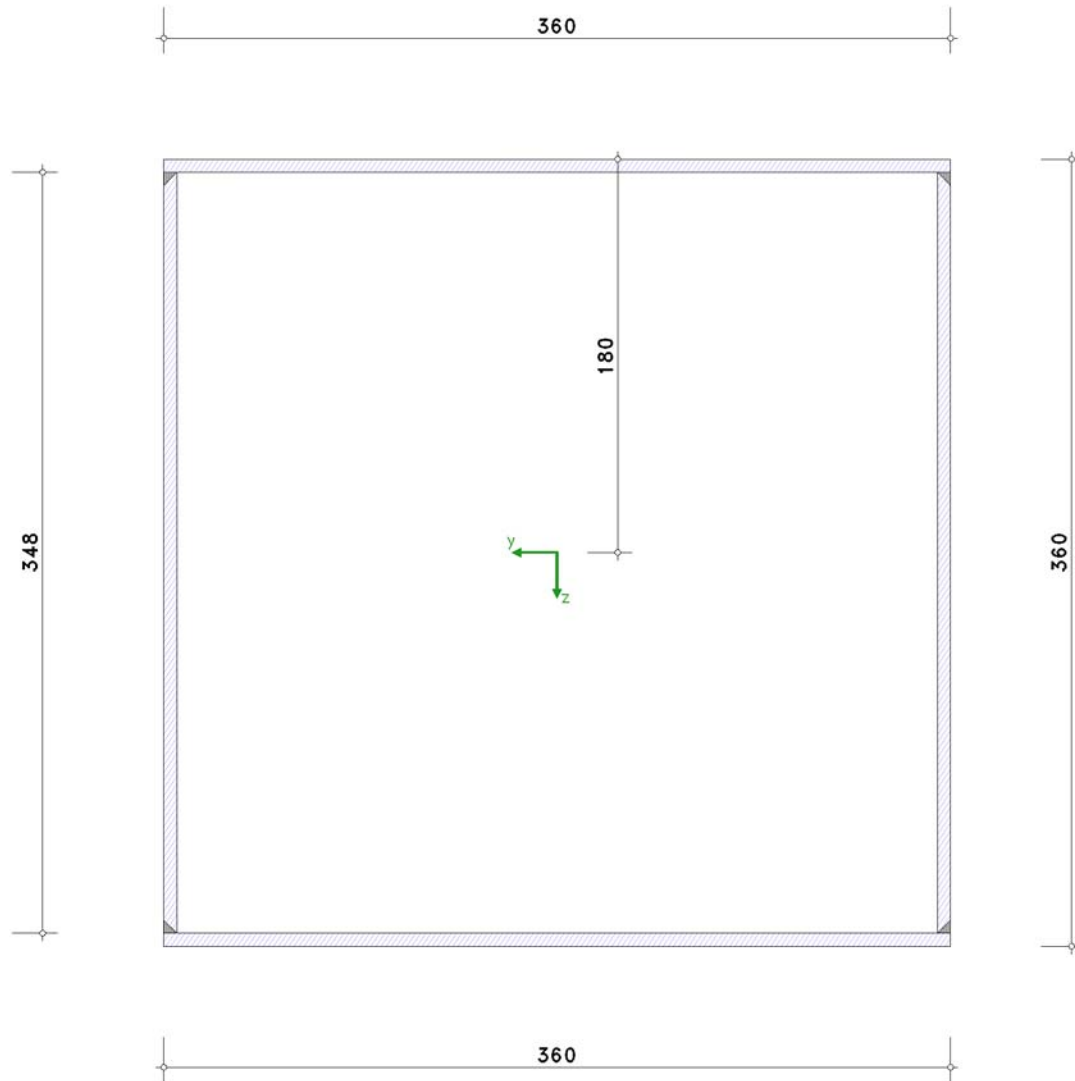
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen $\gamma_{\text{M1}} = 1.10$



Beulnachweise

Voraussetzung: Flanschinduziertes Stegbeulen ist ausgeschlossen.

Voraussetzung: Das Blechfeld ist starr gelagert.



Lk 1:

Verfahren der wirksamen Querschnittsfläche

EC 3-Konvention, Druckspannungen positiv

Schubverzerrungen werden vernachlässigt.

Querschnittswerte: $A = 84.96 \text{ cm}^2$, $z_s = 180.0 \text{ mm}$, $I_y = 17749.84 \text{ cm}^4$, $y_s = 0.0 \text{ mm}$, $I_z = 17749.84 \text{ cm}^4$

Extremale Querschnittsspannungen: $\sigma_o = 162.1 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_u = 0.3 \text{ N/mm}^2$

Querschnittsklasse: 4 \Rightarrow Nachweis für Plattenbeulen erforderlich !!

Plattenbeulen

Effektive Querschnittsfläche für $N_{Ed} = 690.0 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 0$

Steg:

Querschnittsklasse 4 für $42.00 < c/t = 58.00$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 225.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 56.4 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 4.00$

Beulschlankheitsgrad $\lambda_p = (f_y / \sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.020$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.769 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$

wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 267.5 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 133.8 \text{ mm}$, $b_{e2} = 133.8 \text{ mm}$)

Flanschinduziertes Stegbeulen:

$h_w/t_w = 58.00 < (k \cdot E) / (f_y \cdot (A_w/A_{fc})^{1/2}) = 683.39$ ok. mit $k = 0.55$, $A_w = 20.88 \text{ cm}^2$, $A_{fc} = 10.80 \text{ cm}^2$

Flansch oben:

Querschnittsklasse 4 für $42.00 < c/t = 58.00$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 225.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 56.4 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 4.00$

Beulschlankheitsgrad $\lambda_p = (f_y / \sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.020$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.769 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$

wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 267.5 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 133.8 \text{ mm}$, $b_{e2} = 133.8 \text{ mm}$)

Flansch unten:

Querschnittsklasse 4 für $42.00 < c/t = 58.00$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 225.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 56.4 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 4.00$

Beulslankheitsgrad $\lambda_p = (f_y/\sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.020$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.769 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$

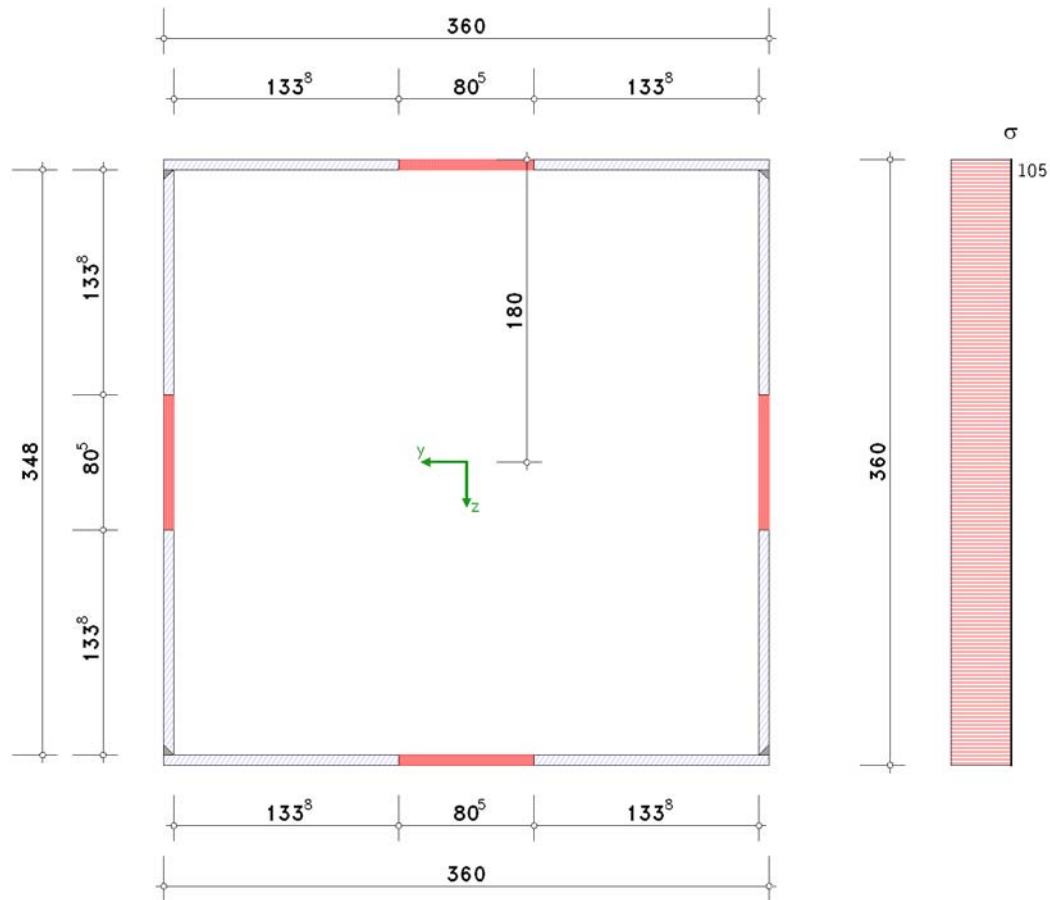
wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 267.5 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 133.8 \text{ mm}$, $b_{e2} = 133.8 \text{ mm}$)

Traglasten bezogen auf den reduzierten Querschnitt:

Abstand des Schwerpunkts von oben $z_{s,eff} = 180.0 \text{ mm}$

Querschnittsfläche $A_{eff} = 65.64 \text{ cm}^2$

Traglasten $N_{Rd} = (f_y \cdot A_{eff}) / \gamma_{M1} = 1402.35 \text{ kN}$



Effektives Widerstandsmoment für $M_{Ed} = -79.8 \text{ kNm}$, $N_{Ed} = 0$

Steg:

Querschnittsklasse 1 für $\alpha = 0.500$ und $c/t = 58.00 < 72.00$

wirksame Breite $b_{c,eff} = (\rho \cdot b) / (1 - \psi) = 174.0 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 69.6 \text{ mm}$, $b_{e2} = 104.4 \text{ mm}$), $b_{t,eff} = 174.0 \text{ mm}$, $\psi = -1.000$

Flanschinduziertes Stegbeulen:

$h_w/t_w = 58.00 < (k \cdot E) / (f_y \cdot (A_w/A_{fc})^{1/2}) = 372.76$ **ok.** mit $k = 0.30$, $A_w = 20.88 \text{ cm}^2$, $A_{fc} = 10.80 \text{ cm}^2$

Flansch oben:

Querschnittsklasse 4 für $42.00 < c/t = 58.00$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,p} = k_\sigma \cdot \sigma_E = 225.7 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_E = 56.4 \text{ N/mm}^2$, $k_\sigma = 4.00$

Beulslankheitsgrad $\lambda_p = (f_y/\sigma_{cr,p})^{1/2} = 1.020$

Abminderungsfaktor $\rho = (\lambda_p - 0.055 \cdot (3 + \psi)) / \lambda_p^2 = 0.769 \leq 1$ für $\lambda_p > 0.5 + (0.085 - 0.055 \cdot \psi)^{1/2} = 0.673$, $\psi = 1.000$

wirksame Breite $b_{c,eff} = \rho \cdot b = 267.5 \text{ mm}$ ($b_{e1} = 133.8 \text{ mm}$, $b_{e2} = 133.8 \text{ mm}$)

Flansch unten:

Spannungen am Blechrand $\sigma_o = -79.6 \text{ N/mm}^2 \leq 0$, $\sigma_u = -79.6 \text{ N/mm}^2 \leq 0 \Rightarrow$ keine Beulgefahr !!

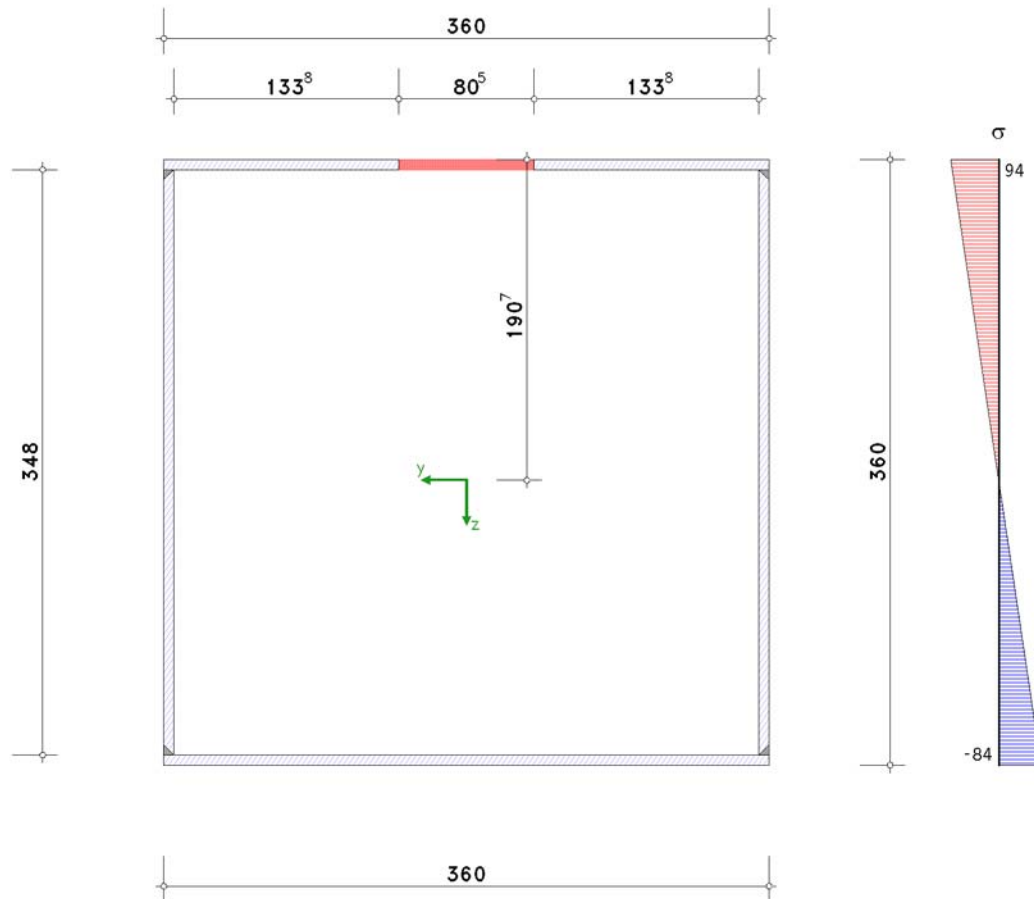
Traglasten bezogen auf den reduzierten Querschnitt:

Abstand des Schwerpunkts von oben $z_{s,eff} = 190.7 \text{ mm}$

Flächenträgheitsmoment $I_{y,eff} = 16145.45 \text{ cm}^4$

Widerstandsmoment $W_{y,eff} = 860.32 \text{ cm}^3$

Traglasten $M_{Rd} = (f_y \cdot W_{eff}) / \gamma_{M1} = 183.80 \text{ kNm}$



Nachweis (M-N-Interaktion)

$$\frac{I_{NEd}}{N_{Rd}} + \frac{I_{MEd}}{M_{Rd,u}} = 0.492 + 0.434 = 0.926 < 1 \text{ ok.}$$

Gesamtausnutzung: $U = 0.926 < 1 \text{ ok.}$

Endergebnis

Maximale Ausnutzung: $\max U = 0.926 < 1 \text{ ok.}$

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