

Nachweis für Stützen nach dem Modellstützenverfahren gemäß DIN 1045-1:2001-07, Kap. 8.6

Eingangswerte der Berechnung:

Festigkeitsklasse Beton:

C30/37

Festlegung der Trockenrohdichte
bei Anwendung von Leichtbeton
(wird hier nicht verwendet)

$$\rho := 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Definitionen

Einzeldruckglied in einem verschieblichen Tragwerk?



Rechteckquerschnitt

Breite

$$b := 30 \text{ cm}$$

Höhe

$$h := 30 \text{ cm}$$

Stützenlänge

$$l_{\text{col}} := 6 \text{ m}$$

Ersatzlänge (Knicklänge)

$$l_0 := 6 \text{ m}$$

Randabstand von A_{s1} unten
gleich Randabstand von A_{s2} oben

$$d_1 := 6 \text{ cm}$$

Bemessungsschnittgrößen nach Th. I. O.

Die Längskraft muss negativ, d.h. als Druckkraft
eingegeben werden

$$N_{\text{Ed}} := -847.5 \text{ kN}$$

Biegemomente an den Stützenenden können positiv
oder negativ eingegeben werden

Biegemoment am Stützenkopf

$$M_{\text{Ed02}} := 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Biegemoment am Stützenfuß

$$M_{\text{Ed01}} := 0 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Berechnungen:

Fläche Betonquerschnitt

$$A_c := b \cdot h$$

$$A_c = 900 \text{ cm}^2$$

Schlankheit $\lambda = l_0 / i$

$$\lambda := \frac{l_0}{0.289 \cdot h}$$

$$\lambda = 69.2$$

Statische Höhe

$$d := h - d_1$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

Lastausmittungen an den Stützenenden $|e_{01}| \leq |e_{02}|$

$$e_{01} := \begin{cases} \frac{M_{Ed01}}{N_{Ed}} & \text{if } |M_{Ed01}| < |M_{Ed02}| \\ \frac{M_{Ed02}}{N_{Ed}} & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_{01} = 0 \text{ cm}$$

$$e_{02} := \begin{cases} \frac{M_{Ed02}}{N_{Ed}} & \text{if } |M_{Ed01}| < |M_{Ed02}| \\ \frac{M_{Ed01}}{N_{Ed}} & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_{02} = 0 \text{ cm}$$

Planmäßige Lastausmitte nach Th. I. O. für den kritischen Querschnitt

$$e_0 := \begin{cases} 0.4 \cdot |e_{02}| & \text{if } |0.6 \cdot e_{02} + 0.4 \cdot e_{01}| < 0.4 \cdot |e_{02}| \\ |0.6 \cdot e_{02} + 0.4 \cdot e_{01}| & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_0 = 0 \text{ cm}$$

Die zusätzliche Kriechausmitte e_c darf vernachlässigt werden, wenn beide Stützenenden monolithisch mit lastabtragenden Bauteilen verbunden sind oder die folgenden Bedingungen bei verschieblichen Tragwerken eingehalten werden:

$$e_c := \begin{cases} \text{"erforderlich"} & \text{if } (\lambda < 50) \cdot \left(\frac{e_0}{h} > 2 \right) \cdot (\text{Verschieblich} = 1) \\ \text{"nicht erforderlich"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_c = \text{"nicht erforderlich"}$$

e_c evtl. nach Heft 220 berechnen

$$e_c := 0 \text{ cm}$$

Grenزشlankheit für unverschiebliche und verschiebliche Einzeldruckglieder

$$\lambda_{\max} := \begin{cases} v_{Ed} \leftarrow \frac{|N_{Ed}|}{A_c \cdot f_{cd}} & \\ \frac{16}{\sqrt{v_{Ed}}} & \text{if } v_{Ed} < 0.41 \\ 25 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \lambda_{\max} = 25$$

Grenزشlankheit für Einzeldruckglieder in unverschieblichen Tragwerken

$$\lambda_{\text{crit}} := \begin{cases} 25 \cdot \left(2 - \frac{e_{01}}{e_{02}} \right) & \text{if } e_{02} \neq 0 \\ 0 & \text{if Verschieblich} = 1 \\ 25 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \lambda_{\text{crit}} = 25$$

Schlankheit zu Null setzen, falls Auswirkungen nach Th. II. O. vernachlässigbar sind

$$\lambda_{\text{cal}} := \begin{cases} 0 & \text{if } \lambda \leq \lambda_{\max} \\ 0 & \text{if } \lambda \leq \lambda_{\text{crit}} \\ \lambda & \text{otherwise} \end{cases} \quad \lambda_{\text{cal}} = 69.204$$

Überprüfung des Mindestmomentes, falls Grenزشlankheit λ_{crit} unterschritten wird

$$e_0 := \begin{cases} \text{if } \lambda \leq \lambda_{\text{crit}} & \\ \frac{h}{20} & \text{if } e_0 < \frac{h}{20} \\ e_0 & \text{otherwise} \\ e_0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_0 = 0 \text{ cm}$$

Schiefstellung im Bogenmaß zur Berücksichtigung der Imperfektion

$$\alpha_{a1} := \frac{1}{100 \cdot \sqrt{\frac{l_{col}}{m}}} \quad \alpha_{a1} := \text{wenn} \left(\alpha_{a1} > \frac{1}{200}, \frac{1}{200}, \alpha_{a1} \right) \quad \alpha_{a1} = 0.004$$

Zusätzliche ungewollte Ausmitte

$$e_a := \begin{cases} 0 \text{ cm} & \text{if } \lambda_{cal} = 0 \\ \alpha_{a1} \cdot \frac{l_0}{2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad e_a = 1.22 \text{ cm}$$

Maßgebende Krümmung $\kappa = (1/r)$ im kritischen Querschnitt zur Berechnung von e_2

$K_2 := 1$ K_2 dient zur Berücksichtigung der Krümmungsabnahme bei ansteigenden Längsdruckkräften. Die Annahme $K_2 = 1$ liegt stets auf der sicheren Seite. Der Wert wird nach erfolgter Bemessung (s.u.) genauer ermittelt und kann danach hier - quasi iterativ - erneut eingegeben werden.

$$\kappa := K_2 \cdot \frac{2 \cdot \varepsilon_{yd}}{0.9 \cdot d} \quad \kappa = 0.0201 \frac{1}{m}$$

Zusätzliche Ausmitte nach Th.II.O.

$$K_1 := \begin{cases} \frac{\lambda_{cal}}{10} - 2.5 & \text{if } (25 < \lambda_{cal}) \cdot (\lambda_{cal} \leq 35) \\ 1 & \text{if } \lambda_{cal} > 35 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad K_1 = 1$$

$$e_2 := K_1 \cdot \kappa \cdot \frac{l_0^2}{10} \quad e_2 = 7.25 \text{ cm}$$

Gesamte Ausmitte

$$e_{tot} := e_0 + e_c + e_a + e_2 \quad e_{tot} = 8.47 \text{ cm}$$

Gesamtes Bemessungsmoment

$$M_{Ed,tot} := |N_{Ed} \cdot e_{tot}| \quad M_{Ed,tot} = 71.8 \text{ kN} \cdot m$$

Tafeleingangswerte für Interaktionsdiagramme in
Schneider: Bautabellen für Ingenieure, 14. Auflage 2001, ab Seite 5.130

Bezogener Randabstand der Bewehrung

$$\frac{d_1}{h} = 0.2$$

Bezogene Längskraft

$$\nu_{Ed} := \frac{N_{Ed}}{b \cdot h \cdot f_{cd}}$$

$$\nu_{Ed} = -0.5539$$

Bezogenes Biegemoment

$$\mu_{Ed} := \frac{M_{Ed,tot}}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_{Ed} = 0.1564$$

Auswahl der entsprechenden Datendatei für das Interaktionsdiagramm

Datei := $\begin{cases} \text{"0_10.txt"} & \text{if } \frac{d_1}{h} > 0.05 \\ \text{"0_15.txt"} & \text{if } \frac{d_1}{h} > 0.10 \\ \text{"0_20.txt"} & \text{if } \frac{d_1}{h} > 0.15 \\ \text{"0_25.txt"} & \text{if } \frac{d_1}{h} > 0.20 \\ \text{"0_00.txt"} & \text{if } \frac{d_1}{h} > 0.25 \\ \text{"0_05.txt"} & \text{otherwise} \end{cases}$ Datei = "0_20.txt"

Einlesen der Daten (μ_{Ed}/v_{Ed} -Werte) aus der Datendatei

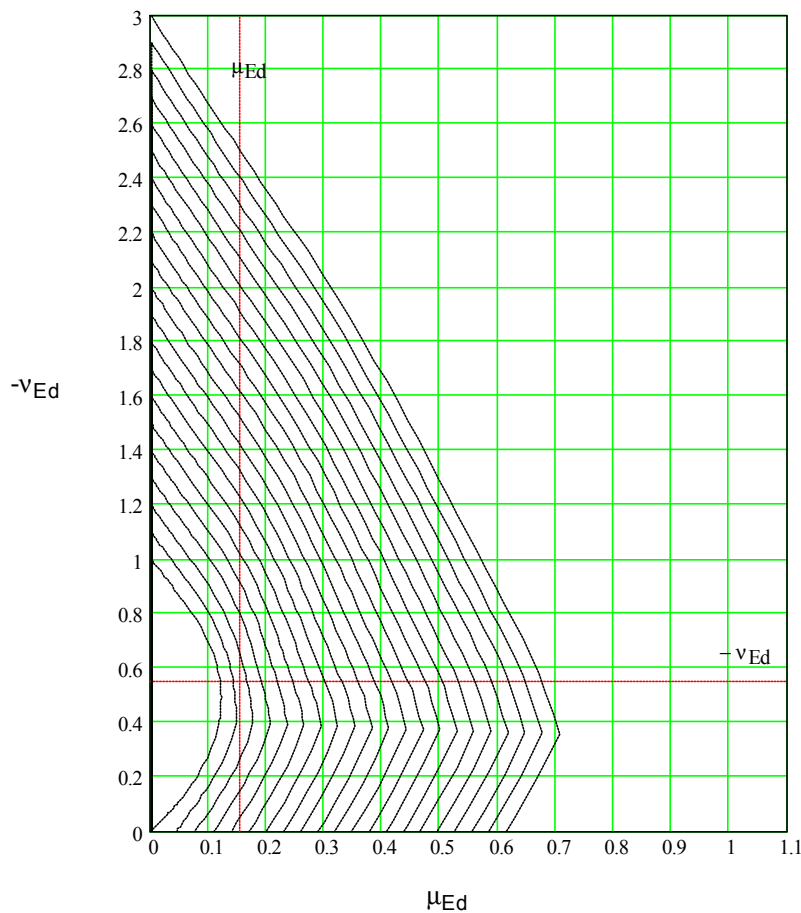
Dat := PRNLESEN(Datei)

Überprüfen ob Datendatei vorhanden

$\omega_{tot} := \begin{cases} \text{"d1/h > 0.25 -> keine Datendatei für Interaktionsdiagramm"} & \text{if Datei = "0_00.txt"} \\ \text{"abzulesen im Interaktionsdiagramm"} & \text{otherwise} \end{cases}$

**Interaktionsdiagramm zum Ablesen des
totalen mechanischen Bewehrungsgrades w_{tot}**

Die ω -Linien reichen hierbei von $\omega_{tot} = 0$ bis $\omega_{tot} = 2,0$ in Schritten von $\Delta = 0,1$



Totaler mechanischer Bewehrungsgrad:

$\omega_{\text{tot}} =$ "abzulesen im Interaktionsdiagramm"

$\omega_{\text{tot}} := 0.13$ (im Interaktionsdiagramm abgelesenen Wert hier eingeben)

Erforderlicher Bewehrungsquerschnitt

$$A_{s,\text{tot}} := \frac{\omega_{\text{tot}} \cdot b \cdot h \cdot f_{\text{cd}}}{f_{\text{yd}}}$$

$$A_{s,\text{tot}} = 4.6 \text{ cm}^2$$

Minimale Längsbewehrung

$$A_{s,\text{min}} := 0.15 \cdot \frac{|N_{\text{Ed}}|}{f_{\text{yd}}}$$

$$A_{s,\text{tot}} = 4.6 \text{ cm}^2 \geq A_{s,\text{min}} = 2.9 \text{ cm}^2$$

Maximale Längsbewehrung $A_{s,\text{tot}} \leq 9\% \cdot A_c$

$$A_{s,\text{tot}} = 4.6 \text{ cm}^2 \leq 9\% \cdot A_c = 81 \text{ cm}^2$$

Genauere Ermittlung des Abminderungsfaktors K_2 zur Berücksichtigung der Krümmungsabnahme bei ansteigender Längsdruckkraft.

$$N_{\text{ud}} := f_{\text{cd}} \cdot A_c + f_{\text{yd}} \cdot A_{s,\text{tot}} \quad N_{\text{ud}} = 1728.9 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bal}} := 0.4 \cdot f_{\text{cd}} \cdot A_c \quad N_{\text{bal}} = 612 \text{ kN}$$

K_2 -Wert vor der Bemessung: $K_2 = 1$

Verbesserter K_2 -Wert unter Berücksichtigung des Bemessungsergebnisses:

$$K_2 := \begin{cases} z_s \leftarrow \frac{N_{\text{ud}} - N_{\text{Ed}}}{N_{\text{ud}} - N_{\text{bal}}} & \text{if } z_s < 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad K_2 = 1$$

Die Bemessung *kann* mit dem verbesserten K_2 -Wert wiederholt werden (s. Eingabe K_2).