

Nachweis der Rissbreitenbegrenzung nach DIN 1045-1:2001-7

Eingangswerte der Berechnung

Festigkeitsklasse Beton:

C30/37

Festlegung der Trockenrohdichte
bei Anwendung von Leichtbeton:

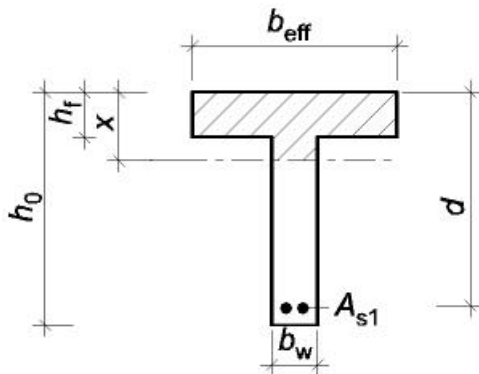
$$\rho := 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Definitionen

Eingabewerte: Bauteilgeometrie, Ergebnisse aus der Schnittgrößenberechnung und der Biegebemessung

Querschnittstyp:

Plattenbalken



Rechteck:

$$b := 1 \cdot \text{cm}$$

$$h := 1 \cdot \text{cm}$$

Plattenbalken:

$$b_{\text{eff}} := 268 \cdot \text{cm}$$

$$b_w := 40 \cdot \text{cm}$$

$$h_0 := 70 \cdot \text{cm}$$

$$h_f := 20 \cdot \text{cm}$$

Randabstand A_{s1}

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

Eingabe der Schnittgrößen

für quasi-ständige Lastfallkombination

$$M_{\text{Ed},q_s} := 280 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Eingabe der gewählten Bewehrung

Querschnittsfläche

$$A_{s1} := 16.1 \cdot \text{cm}^2$$

Stabdurchmesser

$$d_{s1} := 25 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha_e := 15$$

Berechnungen:

$$\text{Statische Höhe} \quad d := \begin{cases} h - d_1 & \text{if } Q_{\text{Typ}} = 1 \\ h_0 - d_1 & \text{if } Q_{\text{Typ}} = 2 \end{cases} \quad d = 0.64 \text{ m}$$

Berechnung der Druckzonenhöhe und des inneren Hebelarmes

$$x := \begin{cases} \frac{\alpha_e \cdot A_{s1}}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot A_{s1}}} \right) & \text{if } Q_{\text{Typ}} = 1 \\ \frac{0.5 \cdot b_{\text{eff}} \cdot h_f^2 + \alpha_e \cdot A_{s1} \cdot d}{b_{\text{eff}} \cdot h_f + \alpha_e \cdot A_{s1}} & \text{if } Q_{\text{Typ}} = 2 \end{cases}$$

$$x = 12.3 \text{ cm}$$

$$z := \begin{cases} d - \frac{x}{3} & \text{if } (x \leq h_f) \vee (Q_{\text{Typ}} = 1) \\ d - \frac{h_f}{2} + \frac{h_f^2}{6 \cdot (2 \cdot x - h_f)} & \text{if } (x > h_f) \wedge (Q_{\text{Typ}} = 2) \end{cases}$$

$$z = 0.60 \text{ m}$$

Berechnung der Stahlspannung

$$\sigma_{s1.q.s} := \frac{M_{\text{Ed.q.s}}}{z \cdot A_{s1}} \quad \sigma_{s1.q.s} = 290 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ablezen des Rechenwertes der Rissbreite w_k aus Tabelle 5.7, enthalten in der nachfolgenden Region

► Tabelle 5.7 Rissbreite

Vorhandene Mindestanforderungsklasse: E

$$w_k := 0.3 \text{ mm}$$

a) Nachweis ohne direkte Berechnung

$$M := \text{PRNLESEN}(\text{"limsd3.prn"})$$

$$i := 0..7 \quad nr_i := i$$

$$\sigma_s := \sigma_{s1.q.s} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \quad \text{Zwischenschritt, um einheitenfreien Wert zu erhalten}$$

$$\text{Spannung}_i := M_{i,0}$$

$$\text{Durchmesser}_i := \begin{cases} M_{i,1} & \text{if } w_k = 0.4 \text{ mm} \\ M_{i,2} & \text{if } w_k = 0.3 \text{ mm} \end{cases}$$

$$d_s := \text{linterp}(\text{Spannung}, \text{Durchmesser}, \sigma_s) \quad d_s = 13.2$$

$$\text{limd}_s := d_s \cdot \text{mm} \quad \text{limd}_s = 13.2 \text{ mm}$$

$$f_{ct.0} := 3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Entsprechend DIN 1045-1}$$

Die wirksame Zugfestigkeit des Betons ist die mittlere Zugfestigkeit, die beim Auftreten der Risse zu erwarten ist. Bei Rissbildung infolge Zwang aus abfließender Hydrationswärme kann näherungsweise $f_{ct,eff} = 0,5 \cdot f_{ctm}$ gesetzt werden. Ansonsten ist als **Mindestwert** für Normalbeton $f_{ct,eff} = 3 \text{ N/mm}^2$ anzusetzen.

$$f_{ct,eff} := \max \left(\left(\begin{array}{c} f_{ctm} \\ 3 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \end{array} \right) \right) \quad f_{ct,eff} = 3.00 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$\sigma_s := \sigma_{s1.q_s}$ Zwischenschritt, um die oben beseitigte Einheit wieder zuzuweisen

$$\text{zuld}_{s1} := \left| \begin{array}{l} \max \left[\begin{array}{c} \lim_{ds} \cdot \frac{f_{ct,eff}}{f_{ct,0}} \\ \lim_{ds} \cdot \frac{\sigma_s \cdot A_{s1}}{4 \cdot (h-d) \cdot b \cdot f_{ct,0}} \end{array} \right] \text{ if } QTyp = 1 \\ \max \left[\begin{array}{c} \lim_{ds} \cdot \frac{f_{ct,eff}}{f_{ct,0}} \\ \lim_{ds} \cdot \frac{\sigma_s \cdot A_{s1}}{4 \cdot (h_0-d) \cdot b_w \cdot f_{ct,0}} \end{array} \right] \text{ if } QTyp = 2 \end{array} \right|$$

$$\text{zuld}_{s1} = 21.5 \text{ mm}$$

$$\text{Abstand}_i := \left| \begin{array}{l} M_{i,3} \text{ if } w_k = 0.4 \cdot \text{mm} \\ M_{i,4} \text{ if } w_k = 0.3 \cdot \text{mm} \end{array} \right|$$

$$\sigma_s := \sigma_{s1.q_s} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \quad \text{Zwischenschritt, um wieder einheitenfreien Wert zu erhalten}$$

$$l := \text{linterp}(\text{Spannung}, \text{Abstand}, \sigma_s) \quad l = 137$$

$$\text{zulAbstand} := l \cdot \text{mm} \quad \text{zulAbstand} = 137 \text{ mm}$$

Der Achsabstand der Bewehrungsstäbe beträgt:
(hier sicher eingehaltenen Wert ohne Berechnung eingegeben)

$$\text{vorha} := 100 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Ergebnis} := \left| \begin{array}{l} \text{"Nachweis erfüllt " if } d_{s1} \leq \text{zuld}_{s1} \vee \text{vorha} < \text{zulAbstand} \\ \text{"Nachweis der Rissbreitenbegrenzung nicht erbracht" otherwise} \end{array} \right|$$

Ergebnis = "Nachweis erfüllt "

b) mit Berechnung der Rissbreite

Berechnung des effektiven geometrischen Bewehrungsgrades

$$A_{ceff} := \left| \begin{array}{l} 2.5 \cdot d_1 \cdot b \text{ if } QTyp = 1 \\ 2.5 \cdot d_1 \cdot b_w \text{ if } QTyp = 2 \end{array} \right| \quad A_{ceff} = 600.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{effp} := \frac{A_{s1}}{A_{ceff}} \quad \text{effp} = 0.03$$

Bestimmung des maximalen Rissabstandes

$$s_{r,max} := \min \left(\left(\frac{d_{s1}}{3.6 \cdot \text{effp}} \right), \left(\sigma_{s1,q_s} \cdot \frac{d_{s1}}{3.6 \cdot f_{ct,eff}} \right) \right)$$

$$s_{r,max} = 259 \text{ mm}$$

Dehnungsdifferenz der mittleren Dehnung von Beton und Betonstahl

$$\Delta \epsilon := \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$$

$$\Delta \epsilon := \max \left(\left[\frac{\sigma_{s1,q_s} - 0.4 \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\text{effp}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \text{effp})}{E_s} \right], \left[0.6 \cdot \frac{\sigma_{s1,q_s}}{E_s} \right] \right)$$

$$\Delta \epsilon = 0.00114$$

Zu erwartende Rissbreite (Rechenwert)

$$\text{vorhw}_k := s_{r,max} \cdot \Delta \epsilon \quad \text{vorhw}_k = 0.29 \text{ mm}$$

$$\text{Ergebnis} := \begin{cases} \text{"Nachweis der Rissbreitenbegrenzung nicht erfüllt"} & \text{if } \text{vorhw}_k > w_k \\ \text{"Nachweis der Rissbreitenbegrenzung erbracht"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Ergebnis} = \text{"Nachweis der Rissbreitenbegrenzung erbracht"}$$