

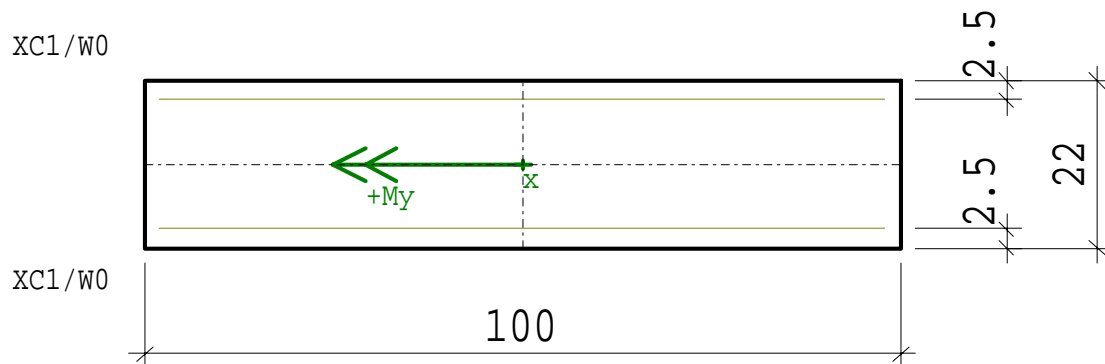


## Programmausgabe

### B11\_001\_Rissbreitenbeschränkung\_Decke Rechenbeispiel

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo alpha64)

Maßstab 1 : 10



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 20/25		
	$t = 4d$ (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	$kF_{ct}(t) = 0.66$ (Gl. 3.4)	$f_{cteff} = 1.46$ N/mm <sup>2</sup>	
E-Modul Beton	$\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)		
	$kE_c(t) = 0.88$ (nach MC90)	$E_{cm} = 26516$ N/mm <sup>2</sup>	

KRIECHZAHL	
Betonalter	$t = 4$ Tage
junger Beton	$\phi t = 0.48$ (nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 20$ mm
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30$ mm *3

\*3: nutzerdef.

\*5: Verbund maßgebend

QUERSCHNITT			
Rechteck	$b_w = 100.0$ cm	$h = 22.0$ cm	
Bewehrung	$d_{ob} = 2.5$ cm	$d_{un} = 2.5$ cm	



## NACHWEIS RISSBREITE

$w_{\max}=0.30\text{mm}$  (nutzerdef.)  $d_s=10.0\text{mm}$

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, Dauerlast  $\beta_t=0.4$

Rissschnittkräfte: vorgegebene Längskraft  $N_{cr}=0.00\text{ kN}$

$f_{cteff}=1.46\text{ N/mm}^2$

Teilquer- schnitt-	$d_s$ [mm]	$w_{\max}$ [mm]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$h_{eff}$ [cm]	$A_{s751a}$ [cm <sup>2</sup> ]	$k_c$	$k$	$A_{s751b}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s71}$ [cm <sup>2</sup> ]
-----------------------	---------------	--------------------	------------------------------------	-------------------	-----------------------------------	-------	-----	-----------------------------------	---------------------------------

Steg ob+un	10	0.30	229.6	7.2	9.19	1.00	0.80	5.16	10.33
------------	----	------	-------	-----	------	------	------	------	-------

maßgebend:  $A_s=9.19\text{ cm}^2$ , je Seite  $A_s=4.59\text{ cm}^2$

Die zum Programm-  
ausdruck zugehörige  
Handrechnung finden Sie  
über einen Klick auf die  
blauen Nummernfelder.

[As 751a](#) bedeutet  $A_s$  nach  
Gleichung 7.5.1 linke Seite  
der Formel

[As 751b](#) bedeutet  $A_s$  nach  
Gleichung 7.5.1 rechte  
Seite

3

2

4

5

6



## Handrechnung der Standardposition

Berechnung der Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

As751a

As751b

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} * \frac{A_{c,eff}}{\sigma_s} \geq k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{f_{yk}} \quad \text{NA 7.5.1}$$

$$f_{ct,eff} = k_{fct(t)} * f_{ctm} \quad f_{ctm} = 0,3 * f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 * 20^{\frac{2}{3}} = 2,2 \frac{N}{mm^2} \quad \text{mit } f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2 \text{ (C20/25)}$$

$$k_{fct(t)} = e^{s * \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right)} \quad \text{mit } t = 4 \text{ Tage und } s = 0,25 \text{ für Zement (Klasse N normal erhärtend)}$$

$$k_{fct(t)} = e^{0,25 * \left(1 - \sqrt{\frac{28}{4}}\right)} = 0,66$$

1

$$f_{ct,eff} = k_{fct(t)} * f_{ctm} = 0,66 * 2,2 \text{ N/mm}^2 = 1,46 \text{ N/mm}^2 = 0,146 \text{ KN/cm}^2$$

Gleichung linke Seite (As751a)

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} * \frac{A_{c,eff}}{\sigma_s} \quad \text{mit } A_{c,eff} = h_{c,ef} * b$$

Ermittlung von  $h_{c,ef}$

$$h/d_1 < 5 \quad h_{c,ef} = h/2$$

$$h/d_1 > 5 \quad h_{c,ef} = 0,1 * h + 2 * d_1$$

$$h/d_1 > 30 \quad h_{c,ef} = 5 * d_1$$

$$h/d_1 = 5 < 22/2,5 = 8,8 > 30$$

$$h_{c,ef} = 0,1 * 22 + 2 * 2,5 = 7,2 \text{ cm}$$

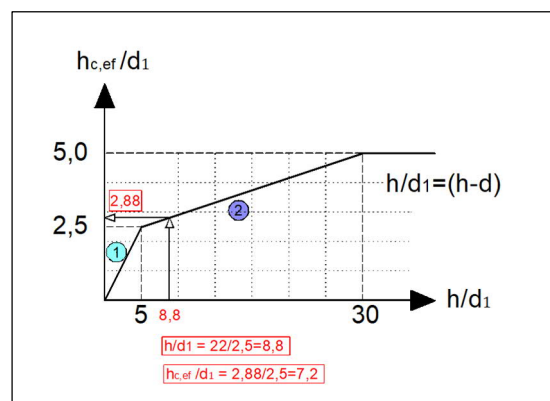
2

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} * b = 7,2 * 2 * 100 = 1440 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_s = \sqrt{W_k \frac{3,48 * 10^6}{\phi^3}}$$

$$\phi = \phi^* * \frac{k * k_c * h_{ct} * f_{ct,eff}}{8 * (h - d) * 2,9} > \phi^* * \frac{f_{ct,eff}}{2,9}$$

$$\phi = 10 \text{ mm (nutzerdefiniert)}$$





$$10 = \emptyset^* \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0 \cdot 22 \cdot 1,46}{8 \cdot (2,5) \cdot 2,9} > \emptyset^* \cdot \frac{1,46}{2,9} \quad (h - d) = d_1 = 2,5 \text{ cm (nutzerdefiniert)}$$

$$10 = \emptyset^* 0,4 > \emptyset^* 0,534 \quad \emptyset^* = 10 / 0,534 = 19,86 \text{ mm}$$

$$\sigma_s = \sqrt{0,3 \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{19,86}} = 229,3 \text{ N/mm}^2 \quad \text{3}$$

$$A_{s,\min} = 0,146 \cdot \frac{1440}{229,6} = 9,17 \text{ cm}^2 \quad \text{4}$$

Gleichung linke Seite (As751b)

As751b

$$A_{s,\min} = f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{c,eff}}{\sigma_s} \geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{f_{yk}}$$

$$A_{ct} = b \cdot h = 22 \cdot 100 = 2200 \text{ cm}^2$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2 = 50 \text{ kN/cm}^2$$

$$A_{s,\min} = 0,80 \cdot 0,146 \cdot \frac{2200}{50} = 5,14 \text{ cm}^2 \quad \text{5}$$

Die Berechnung der erforderlichen Bewehrung erfolgt nach Abschnitt 7.3.4 auf der Grundlage der der Rissformel Gl. 7.8:

$$w_k = k \cdot s_{r,\max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad (7.8)$$

In der [Programmhilfe, Berechnungsgrundlagen](#) (ab S.6) ist Herleitung der Formel zur Ermittlung der erforderlichen Bewehrung beschrieben.

$$A_s = \sqrt{\left( (F_s - \beta_t \cdot F_{cre}) \cdot D_s \cdot F_{cre} / (E_s \cdot w_{\max} \cdot 3,6 \cdot f_{ct,eff}) \right)}$$

$$F_s = F_{cr} = k \cdot k_c \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}$$

$$F_s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,143 \cdot 2200 = 251,68 \text{ kN}$$

$$F_{cre} = A_{c,eff} \cdot f_{ct,eff} \quad \text{hier } A_{c,eff} = 2,5 \cdot d_1 \cdot b \cdot 2 = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 100 \cdot 2 = 1250 \text{ cm}^2$$

$$F_{cre} = 1250 \cdot 0,143 = 178,75 \text{ kN}$$

$$E_s = 20000 \text{ kN/cm}^2 \quad w_{\max} = 0,3 \text{ mm} \quad \beta = 0,4 \text{ (Faktor Dauerlast) innerer Zwang}$$

$$A_s = \sqrt{\left( ((251,68 - 0,4 \cdot 178,75) \cdot 10 \cdot 178,75 / (20000 \cdot 0,3 \cdot 3,6 \cdot 0,143)) \right)}$$

$$A_s = 10,33 \text{ cm}^2 \quad \text{6}$$



Maßgebende Mindestbewehrung

Größere Wert von

As751a

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} * \frac{A_{c,eff}}{\sigma_s}$$

As751b

$$\geq k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{f_{yk}}$$

$$A_{s,min} = 0,146 * \frac{1440}{229,6} = 9,17 \text{ cm}^2 \geq A_{s,min} = 0,80 * 0,146 * \frac{2200}{50} = 5,14 \text{ cm}^2$$

aber nicht mehr als nach

$$A_s = \sqrt{\left( (F_s - \beta_t * F_{cre}) * D_s * F_{cre} / (E_s * w_{max} * 3,6 * f_{ct,eff}) \right)} = 10,33 \text{ cm}^2$$