

Weiße Wannen – einfach und sicher

10. Auflage 2013

G. Lohmeyer | K. Ebeling

Ersatz für Abschnitt 5.6.8.1, Seite 295 bis 297

5.6.8.1 Beispiel für verminderten Zwang in Sohlplatten

Vorgaben:

Sohlplatte mit Bewegungsmöglichkeit auf Sandbett,
zulässige Rissklasse RW20 (Tafel 1.4)
Begrenzung der rechn. Rissbreite $w_k \leq 0,20$ mm
Dichtheitsklasse für Beton WU3 (Tafel 1.7)
Dicke der Sohlplatte $h_b = 350$ mm

Annahmen:

Betonfestigkeitsklasse C30/37	$\kappa_{C30/37} = 1,00$ (Gl. 5.32)
Zement CEM III/B 32,5 L-LH	$\kappa_{CEM} = 0,85$ (Nachweis für 56-Tage-Festigkeit)
56-Tage-Zugfestigkeit	$f_{ct(56d)} = f_{ctm} = 2,9$ N/mm ²
28-Tage-Zugfestigkeit	$f_{ct(28d)} = \kappa_{C30/37} \cdot \kappa_{CEM} \cdot f_{ctm}$ $= 1,00 \cdot 0,85 \cdot 2,9 = 2,47$ N/mm ²
wirksame Betonzugfestigkeit	$f_{ct,eff} = \kappa_{C30/37} \cdot \kappa_{CEM} \cdot \beta_{ct} \cdot f_{ctm}$ $= 1,00 \cdot 0,85 \cdot 0,50 \cdot 2,9 = 1,23$ N/mm ²
Betondeckung der Bewehrung	$c_v = 40$ mm, $d_1 = 55$ mm
Wirkungstiefe der Bewehrung	$h_{eff} = 2,5 d_1 \approx 138$ mm $< h_b / 2$
wirksamer Betonquerschnitt	$a_{ct,eff} = 2 \cdot h_{eff} \cdot b = 2 \cdot 0,138 \cdot 1,0 = 0,276$ m ²
Plattenlänge	$L = 24,0$ m
Reibungsbeiwert auf Sandbett	$\mu_0 = 1,1$ (Tafel 4.10)
Auflast auf der Sohlplatte	$q = 2,0$ kN/m ²

Ermittlung des Festigkeits-Zeitbeiwerts über die Zugspannung in der Sohlplatte

Pressung unter der Sohlplatte:

$$\sigma_0 = h_b \cdot \rho_c + q = 0,35 \cdot 25 + 2,0 = 10,75 \text{ kN/m}^2$$

Zugkraft in der Sohlplatte:

$$\begin{aligned} n_{ct} &= \gamma_R \cdot \mu_0 \cdot \sigma_0 \cdot L/2 \\ &= 1,35 \cdot 1,1 \cdot 10,75 \cdot 24,0 / 2 \\ n_{ct} &= 192 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Zugspannung in der Sohlplatte:

$$\begin{aligned} \sigma_{ct} &= n_{ct} / a_{ct,eff} = 192 / 0,276 \approx 700 \text{ kN/m}^2 \\ \sigma_{ct} &= 0,70 \text{ N/mm}^2 < f_{ct(28d)} = 2,47 \text{ N/mm}^2 \\ &< f_{ct,eff} = 1,23 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Zugfestigkeits-Zeitbeiwert:

$$\beta_{ct,vorh} = \sigma_{ct} / f_{ctm} = 0,70 / 2,9 = 0,24 < 0,50$$

Ermittlung der Bewehrung

Grundlage ist zunächst der Bewehrungsquerschnitt, der für vollen Zwang mit einem Festigkeits-Zeitbeiwert $\beta_{ct} = 1,0$ für die Bauteildicke $h_c = 350$ mm und den Stabdurchmesser $\varnothing 10$ mm erforderlich wäre (Bild 5.20). Danach erfolgt die Umrechnung auf den für verminderten Zwang zutreffenden Festigkeits-Zeitbeiwert $\beta_{ct,vorh} = 0,24$.

Bewehrungsquerschnitt aus Bild 5.20:

$$a_{s1,Diagr} = 14,0 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ oben und unten}$$

Bewehrungsquerschnitt nach Umrechnung mit Gleichung 5.32:

$$\begin{aligned} a_{s1} = a_{s2} &\approx a_{s1,Diagr} \cdot K_{C30/37} \cdot K_{CEM} \cdot \sqrt{(\beta_{ct,vorh} / \beta_{ct,Diagr})} \\ &\approx 14,0 \cdot 1,00 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{(0,24 / 1,0)} \end{aligned}$$

$$a_{s1} = a_{s2} \approx 5,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s1} + a_{s2} \approx 11,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

gewählte Bewehrung:

Betonstahlmatten 1 Q636A, jeweils unten und oben
oder

Stabstahlbewehrung $\varnothing 10$ mm, $s = 125$ mm, jeweils unten und oben
in beiden Richtungen

$$a_{s1,vorh} = a_{s2,vorh} = 6,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a_{s,vorh} = 2 \cdot 6,28 = 12,56 \text{ cm}^2/\text{m} > a_{s,erf} = 11,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Nachweis der Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Stahlspannung:

$$\sigma_s = n_{ct} / a_{s,vorh} = 192\,000 / 12,56 = 153 \text{ N/mm}^2$$

Grenzdurchmesser für Stahlspannung (interpoliert aus Tafel 5.6):

$$\varnothing_s^* \approx 27 + (37 - 27) \cdot (160 - 153) / (160 - 140) = 30,5 \text{ mm}$$

zulässiger Durchmesser der Bewehrung:

$$\varnothing_{s,zul} = \varnothing_s^* \cdot f_{ct,eff} / f_{ct,0} = 30,5 \cdot 1,23 / 2,9 \approx 13 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{s,zul} > \varnothing_{s,gew} = 10 \text{ mm}$$

Anmerkung:

In der Sohlplatte bleibt die Zugspannung infolge Zwangbeanspruchung mit $\sigma_{ct,vorh} = 0,70$ N/mm² kleiner als die zu diesem Zeitpunkt wirksame Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff} = 1,23$ N/mm². Damit ist der Nachweis zur Begrenzung der Rissbreite durch Zwangbeanspruchung erbracht, denn rechnerisch werden keine Risse entstehen. Damit ist die Sohlplatte für die „Bauweise zur Vermeidung von Trennrissen“ entsprechend dem Entwurfsgrundsatz E-RV nach Tafel 1.3 geeignet.

Hinweis:

Für den Fall, dass eine Sohlplatte in mehreren Betonierabschnitten hergestellt wird, ergeben sich für die späteren Betonierabschnitte, die an vorher betonierten Abschnitte mit Arbeitsfugen anschließen, im Bereich der Arbeitsfugen zusätzliche Zwangbeanspruchungen. Der parallel zu Arbeitsfugen entstehende Zwang in den später betonierten Abschnitten ist größer und ist gesondert nachzuweisen.

Häufig gelingt es nicht, in diesen Bereichen die Bedingungen für verminderten Zwang einzuhalten, sodass ein Nachweis entsprechend Kapitel 5.7 „Bauweise mit Trennrissen begrenzter Rissbreite“ entsprechend dem Entwurfsgrundsatz E-RB bzw. E-RS nach Tafel 1.3 erforderlich ist.