

## Weiße Wannen - einfach und sicher

Für einen Anhalt bei der Planungsarbeit in der Praxis wird nachfolgend ein vereinfachtes Verfahren vorgestellt, mit dem der Bemessungswert der Zwangspannung bei Wänden überschlägig ermittelt werden kann.

### Änderung Seite 124

Das Abschätzen der rechnerisch entstehenden Gesamt-Zwangspannung  $\sigma_{ct,ges}$  in Wänden am Wandfuß entsprechend Bild 4.17 kann nach Gleichung 4.28 erfolgen:

$$\sigma_{ct,ges} = k \cdot \alpha_T \cdot E_{c,eff} \cdot \Delta T_{b,eff} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{Gl. 4.28})$$

Hierbei sind:

- $\sigma_{ct,ges}$  rechnerisch entstehende Betonzugspannung infolge Zwang beim Abfließen der Hydratationswärme  $[\text{N/mm}^2]$
- $k$  Beiwert für die Behinderung bzw. Gleitfähigkeit des Bauteils  
 $k = 1,0$  bei Wänden auf Fundamentplatten
- $\alpha_T$  Temperaturdehnzahl des Betons  
 $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
- $E_{c,eff}$  wirksamer Elastizitätsmodul  $[\text{N/mm}^2]$  des jungen Betons zum Zeitpunkt  $t_{maxT}$  beim Entstehen der Betonzugspannungen unter Berücksichtigung der Einflüsse aus Kriechen und Relaxation (Bild 3.11 und Tafel 3.29)
- $t_{maxT}$  Zeitpunkt der maximalen Temperatur in der Wand:  
 $t_{maxT} = 0,8 \cdot h_b + 1$  in Tagen mit  $h_b$  in m (Gl. 4.2)
- $\Delta T_{b,eff}$  wirksame Temperaturdifferenz zwischen der mittleren Bauteiltemperatur in der Wand  $T_{b,m}$  und der Temperatur  $T_F$  der Fundamentplatte  $[\text{K}]$   
 $\Delta T_{b,eff} = T_{b,m} - T_F \quad [\text{K}]$   
 $T_{b,m} = k_{Tv} \cdot T_{c0} + \Delta T_{b,H} \quad [\text{K}]$
- $k_{Tv}$  Beiwert für den Temperaturverlauf innerhalb des Wandbauteils nach Bild 4.12  
 $k_{Tv} \approx 1/2 \approx 0,5$  für Bauteile  $h_b < 0,5 \text{ m}$   
 $k_{Tv} \approx 2/3 \approx 0,7$  für Bauteile  $h_b = 0,5 \text{ bis } 3,0 \text{ m}$   
 $k_{Tv} = 1,0$  für Bauteile  $h_b > 3,0 \text{ m}$
- $T_{c0}$  Ausgangstemperatur des Frischbetons für die Wände  $[\text{°C}]$
- $\Delta T_{b,H}$  Erhöhung der Temperatur im Wandbauteil  $[\text{K}]$  durch Entwicklung der Hydratationswärme  $H_W$   
$$\Delta T_{b,H} = \alpha_b \cdot \frac{z \cdot H_W}{C_{c0}} \quad [\text{K}] \quad (\text{Gl. 4.4})$$
- $\alpha_b$  Beiwert als Verhältniswert zwischen Temperaturerhöhung im Wandbauteil  $\Delta T_b$  und theoretischer Temperaturerhöhung  $\Delta T_{th}$  für die wirksame Bauteildicke  $h_b$  aus Tafel 4.4
- $z$  Zementgehalt des Betons für die Wand  $[\text{kg/m}^3]$
- $H_W$  Hydratationswärme des Zements  $[\text{g/J bzw. kg/kJ}]$  aus Bild 4.3
- $C_{c0}$  Wärmekapazität des Betons  
 $C_{c0} = 2500 \text{ kJ/(m}^3 \cdot \text{K)}$

## Änderung Seite 129 + 130

Ausgangstemperatur des Frischbetons für die Wand:

$$T_{c0} = + 20 \text{ °C}$$

Temperatur der Fundamentplatte bei Betonierbeginn:

$$T_F = + 10 \text{ °C}$$

Zeitpunkt der maximalen Temperatur im Wandbauteil:

$$\begin{aligned} t_{\max T} &= 0,8 \cdot h + 1 && \text{(Gl. 4.2)} \\ &= 0,8 \cdot h + 1 = 0,8 \cdot 0,30 + 1 = 1,24 \text{ d} \\ t_{\max T} &\approx 1,5 \text{ Tage (aufgerundet)} \end{aligned}$$

Elastizitätsmodul des jungen Betons in der Wand nach 1,5 Tagen  $\approx 75 \%$  des Elastizitätsmoduls am erhärteten Beton (Tafel 3.29)

$$E_{c,\text{eff}} = 0,75 \cdot E_{c,28} = 0,75 \cdot 30500 = 22900 \text{ N/mm}^2$$

Hydratationswärme für Zement CEM III/B 32,5 N aus Bild 4.3 nach 1,5 Tagen:

$$H_W = 180 \text{ kJ/kg}$$

Temperaturerhöhung im Wandbauteil durch Hydratationswärme  $H_W$  mit Beiwert  $\alpha_b$  aus Tafel 4.4:

$$\begin{aligned} \Delta T_{b,H} &= \alpha_b \cdot \frac{z \cdot H_W}{C_{c0}} = 0,75 \cdot \frac{310 \cdot 180}{2500} && \text{(Gl. 4.4)} \\ \Delta T_{b,H} &= 17 \text{ K} \end{aligned}$$

mittlere Temperatur im Wandbauteil  $T_{b,m}$

$$\begin{aligned} T_{b,m} &= k_{T_V} \cdot T_{c0} + \Delta T_{b,H} = \frac{1}{2} \cdot 20 + 17 \\ &= 27 \text{ °C} \end{aligned}$$

wirksame Temperaturdifferenz zwischen der mittleren Temperatur  $T_{b,m}$  im Wandbauteil und der Temperatur  $T_F$  der Fundamentplatte [K]

$$\begin{aligned} \Delta T_{b,\text{eff}} &= T_{b,m} - T_F = 27 - 10 \\ &= 17 \text{ K} \end{aligned}$$

Abschätzung der rechnerisch entstehenden Gesamt-Zwangspannung  $\sigma_{ct,\text{ges}}$  in der Wand am Wandfuß entsprechend Bild 4.17 nach Gleichung 4.28:

$$\begin{aligned} \sigma_{ct,\text{ges}} &= k \cdot \alpha_T \cdot E_{c,\text{eff}} \cdot \Delta T_{b,\text{eff}} && \text{(Gl. 4.28)} \\ &= 1,0 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 17 \cdot 22900 \\ \sigma_{ct,\text{ges}} &= 3,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Bemessungswert der Zwangspannung  $\sigma_{ct,d}$  in  $\frac{1}{4}$  der Wandhöhe  $h_b$  unter Verwendung des Beiwerts  $k_{ct,d}$ :

$$\begin{aligned} k_{ct,d} &\approx 0,75 \text{ nach Tafel 4.9 für Verhältnis } l_0 / h_b \approx 6 \\ \sigma_{ct,d} &= k_{ct,d} \cdot \sigma_{ct,\text{ges}} = 0,75 \cdot 3,9 && \text{(Gl. 4.31)} \\ \sigma_{ct,d} &= 2,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Wirksame Zugfestigkeit des Betons in der Wand  $f_{ct,\text{eff}}$ :

$$\begin{aligned} f_{ct,\text{eff}} &= 0,5 \cdot f_{ctm} = 0,5 \cdot 2,6 && \text{(Gl. 4.18)} \\ &= 1,3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

## Änderung Seite 131

Abschätzung der rechnerisch entstehenden Zwangspannung in der Wand am Wandfuß wie vor nach Gleichung 4.28:

$$\begin{aligned} \sigma_{ct,\text{ges}} &= k \cdot \alpha_T \cdot E_{c,\text{eff}} \cdot \Delta T_{b,\text{eff}} && \text{(Gl. 4.28)} \\ &= 1,0 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 17 \cdot 22900 \\ \sigma_{ct,\text{ges}} &= 3,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$