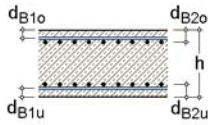


POS. 1: BEMESSUNG SCHEIBE

Normalkraft- und Schubbemessung (EC 2 (1.11), NA: Deutschland)

Bemessung einer Wandscheibe (nur Normalkraft) (4H-BETON Version: 11/2007-4q)



Scheibendicke

$h = 24.0 \text{ cm}$

Randabstände der Längsbewehrung

$d_{B1o} = 2.5 \text{ cm}, d_{B2o} = 3.0 \text{ cm}$

$d_{B1u} = 2.5 \text{ cm}, d_{B2u} = 3.0 \text{ cm}$

Transformation der Bemessungsgrößen
nach T.Baumann, 1972

Material

C20/25

BSt 500 (A)

$\gamma_s = 1.15, \gamma_c = 1.50$

Bewehrungsanordnung orthogonal

B1 und B2 achsenparallel

Min./Max./Quer-Bewehrung

min a_s nach 9.6.2 für Bew.-Richtung B2

max $\rho_0 = 8.00\%$

keine untergeordnete Bewehrungsrichtung

Grundbewehrung

$a_{sB1o} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}, a_{sB2o} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

$a_{sB1u} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}, a_{sB2u} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit werden mit der Spannungsdehnungslinie für den Beton nach 3.1.7 (Bild 3.3)

mit $f_{cd} = \alpha_c f_{ck} / \gamma_c = 11.3 \text{ MN/m}^2$ und der Spannungsdehnungslinie für die Bewehrung nach 3.2.7 (Bild 3.8) mit $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434.8 \text{ MN/m}^2$

und $f_{td} = f_{tk} / \gamma_s = 456.5 \text{ MN/m}^2$ geführt!

Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit werden mit der Spannungsdehnungslinie für den Beton nach 3.1.5 (Bild 3.2)

mit $f_c = f_{cm} = 28.0 \text{ MN/m}^2$ und der Spannungsdehnungslinie für die Bewehrung nach 3.2.7 (Bild 3.8) mit $f_y = f_{yk}, f_t = 525.0 \text{ MN/m}^2$ und $\epsilon_{uk} = 25\%$ geführt!

Bemessungsgrößen und erforderliche Bewehrungsquerschnitte (EC 2, 6.1)

Es werden die bemessungsrelevanten Ergebnisse je Bewehrungsrichtung B1 (oben/unten) bzw. B2 (oben/unten) ausgegeben.

bwr	γ	n_{bwr} kN/m	ϵ_{c2u} ‰	ϵ_{s2u} ‰	ϵ_{s1u} ‰	ϵ_{c1u} ‰	a_{sB1o} cm ² /m	a_{sB1u} cm ² /m	a_{sB2o} cm ² /m	a_{sB2u} cm ² /m	Bemerkung
1		$n_{xx,Ed} = 24.30 \text{ kN/m}, n_{yy,Ed} = -456.00 \text{ kN/m}, n_{xy,Ed} = 98.00 \text{ kN/m}$									
B1	---	122.30	25.00	25.00	25.00	25.00	1.34	1.34			
B2	---	-554.00	-2.20	-2.20	-2.20	-2.20			1.80	1.80	6) 14) 15)
2		$n_{xx,Ed} = 35.10 \text{ kN/m}, n_{yy,Ed} = -700.30 \text{ kN/m}, n_{xy,Ed} = 154.40 \text{ kN/m}$									
B1	---	189.50	25.00	25.00	25.00	25.00	2.08	2.08			
B2	---	-854.70	-2.20	-2.20	-2.20	-2.20			1.80	1.80	6) 14) 15)

n_{bwr} : In die jeweilige Bewehrungsrichtung transformierte Bemessungsnormalkraft (n_{xx}, n_{yy}, n_{xy} in kN/m)

$\epsilon_{c2u} = -3.50\%$: Betondehnung im Bruchzustand (Faser 2), $\epsilon_{s1u} = 25.00\%$: Dehnung der Bewehrung im Bruchzustand (Faser 1)

6) $e_d/h < 0.30 \Rightarrow$ symmetrische Bewehrung

14) $e_d/h < 0.1 \Rightarrow \epsilon_{c2} = -2.2\%$!

15) Mindestbewehrung nach 9.6.2

Nachweis der Hauptdruckspannungen ($\nu = 1.00 \cdot \eta_1$)

1: $n_d = -475.23 \text{ kN/m} \Rightarrow |\sigma_{Rd}| = 1.98 \text{ MN/m}^2 < 11.33 \text{ MN/m}^2 = \nu \cdot f_{cd} \Rightarrow$ Nachweis erfüllt!

2: $n_d = -731.40 \text{ kN/m} \Rightarrow |\sigma_{Rd}| = 3.05 \text{ MN/m}^2 < 11.33 \text{ MN/m}^2 = \nu \cdot f_{cd} \Rightarrow$ Nachweis erfüllt!

$\Rightarrow$ Längsbewehrung:

(einschl. Grundbew.)

erf $a_{sB1o} = 2.08 \text{ cm}^2/\text{m}$

erf $a_{sB1u} = 2.08 \text{ cm}^2/\text{m}$

erf $a_{sB2o} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

erf $a_{sB2u} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m}$

Nachweisschnittgrößen

Nachweisbezeichnungen: R = Rissnachweis S = Ermüdungsnachweis σ = Spannungsnachweis

bwr	$n_{xx,Ed}$ n_{bwr} kN/m	$n_{yy,Ed}$ kN/m	$n_{xy,Ed}$ kN/m	bwr	$n_{xx,Ed}$ n_{bwr} kN/m	$n_{yy,Ed}$ kN/m	$n_{xy,Ed}$ kN/m	bwr	$n_{xx,Ed}$ n_{bwr} kN/m	$n_{yy,Ed}$ kN/m	$n_{xy,Ed}$ kN/m
R	25.50	-501.00	109.80	B1	122.40			B2	-625.20		
B1	135.30			B2	-554.10			σ	24.30	-456.00	98.10
B2	-610.80			S	25.80	-512.50	112.70	B1	122.40		
S	24.30	-456.00	98.10	B1	138.50			B2	-554.10		

Begrenzung der Rissbreite (EC 2, 7.3: 7.3.2 Mindestbewehrung, 7.3.3 ohne direkte Berechnung)

Rissbildung unter Biegezug (selbst induz.)

Faktor für Erhärtungsablauf $k_{z,t} = 1.00$ Erstrissbildung: $n_{cr} = 0.00 \text{ kN/m}$ Rissbreite $w_k = 0.30 \text{ mm}$ gew. Durchmesser $d_{sB1o} = 8 \text{ mm}$ $d_{sB2o} = 8 \text{ mm}$ $d_{sB1u} = 8 \text{ mm}$ $d_{sB2u} = 8 \text{ mm}$

Nachweisschnittgrößen s.o.

Bewehrung: $a_{sB1o} = 2.08$ $a_{sB2o} = 1.88$ in cm^2/m $a_{sB1u} = 2.08$ $a_{sB2u} = 1.88$ **Mindestbewehrung:**Beiwert - Spannungsverteilung $k_c = 0.40$ Beiwert - Eigenspannungen $k = 0.80$ Betonzugfestigkeit (Zwang) $f_{ct,eff} = 2.21 \text{ N/mm}^2$ $(a_{stB1o,min} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{stB2o,min} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{stB1u,min} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{stB2u,min} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m})$ **Begrenzung der Rissbreite:**Betonzugfestigkeit (Last) $f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.21 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB1o} = 311.0 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB2o} = 0.0 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB1u} = 311.0 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB2u} = 0.0 \text{ N/mm}^2$ $(a_{stB1o,ste} = 2.18 \text{ cm}^2/\text{m} (\Rightarrow d_{so} = 8.2 \text{ mm} > 8)$ $a_{stB1u,ste} = 2.18 \text{ cm}^2/\text{m} (\Rightarrow d_{su} = 8.2 \text{ mm} > 8)$ $a_{stB2o,ste} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m} (d_{so} = 8 \text{ mm})$ $a_{stB2u,ste} = 1.88 \text{ cm}^2/\text{m} (d_{su} = 8 \text{ mm}))$ **Zusatzbewehrung:** $\Delta a_{stB1o} = 0.62 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\Delta a_{stB2o} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\Delta a_{stB1u} = 0.62 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\Delta a_{stB2u} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\Rightarrow$ einschl. Rissbewehrung: $\text{erf } a_{sB1o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\text{erf } a_{sB2o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\text{erf } a_{sB1u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\text{erf } a_{sB2u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$

Nachweis der Ermüdung (EC 2, 6.8.5 + 6.8.7(1))für Stahl: $U_{s1} = \gamma_{F,fat} \gamma_{Ed,fat} \Delta \sigma_{s,equ} \leq U_{s2} = \Delta \sigma_{Rsk}(N^*) / \gamma_{s,fat} = 73.91 \text{ N/mm}^2$ schädigungsäquivalente Spannungsschwingbreite $\Delta \sigma_{s,equ} = \sigma_{s,0} - \sigma_{s,U}$ Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_{F,fat} = 1.00$, $\gamma_{Ed,fat} = 1.00$, $\gamma_{s,fat} = \gamma_s = 1.15$ zul. Spannungsschwingbreite $\Delta \sigma_{Rsk}(N^*) = 85.0 \text{ N/mm}^2$ für Beton: $U_{c1} = |\sigma_{cd,max,equ}| / f_{cd,fat} + 0.43 \sqrt{(1 - \sigma_{cd,min,equ} / \sigma_{cd,max,equ})} \leq 1.0$ Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit $f_{cd,fat} = 10.43 \text{ N/mm}^2$ bei $t_0 = 28 \text{ d}$ Materialsicherheit $\gamma_{c,fat} = \gamma_c = 1.50$

Nachweisschnittgrößen s.o.

Bewehrung: $a_{sB1o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB1u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ **Ermüdungsnachweis für Stahl:**

Anfangszustand:

 $\Delta \sigma_{sB1o,equ} = 257.31 - 227.40 = 29.91 \text{ N/mm}^2$ $\Delta \sigma_{sB1u,equ} = 257.31 - 227.40 = 29.91 \text{ N/mm}^2$ $\Delta \sigma_{sB2o,equ} = -14.83 - -16.79 = 1.96 \text{ N/mm}^2$ $\Delta \sigma_{sB2u,equ} = -14.83 - -16.79 = 1.96 \text{ N/mm}^2$

= Endzustand

Ermüdungsnachweis für Beton: $\sigma_{cdB1,min,equ} = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{cdB1,max,equ} = 0.00 \text{ N/mm}^2$ $U_{c1B1} = 0.00$ $\sigma_{cdB2,min,equ} = 2.28 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{cdB2,max,equ} = 2.57 \text{ N/mm}^2$ $U_{c1B2} = 0.39 < 1.00$ $\Rightarrow$ Nachweis erfüllt ! $\Rightarrow$ keine zusätzliche Ermüdungsbewehrung !**Begrenzung der Stahlzug- und Betondruckspannungen (EC 2, 7.2)**zulässige Stahlzugspannung $\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} = 400.0 \text{ N/mm}^2$ zulässige Betondruckspannung $\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = -12.0 \text{ N/mm}^2$

Nachweisschnittgrößen s.o.

Bewehrung: $a_{sB1o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB1u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ **maximale Stahlzugspannungen**

Anfangszustand:

 $\sigma_{sB1o} = 227.4 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB2o} = -14.8 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB1u} = 227.4 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{sB2u} = -14.8 \text{ N/mm}^2$

= Endzustand

minimale Betondruckspannung

Anfangszustand:

 $\sigma_{cB1} = 1.5 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{cB2} = -2.3 \text{ N/mm}^2$

= Endzustand

 $\Rightarrow$ keine zusätzliche Spannungsbewehrung !**Brandschutznachweis für Druckglieder - Ermittlung des Ausnutzungsfaktors α_1**

Der Ausnutzungsfaktor wird ermittelt für die maßgebenden Bemessungsgrößen im GZT (Biegebemessung).

Verhältnis der Bemessungsgröße im Brandfall zur Bemessungsgröße im GZT $S_{fi,d,t} / S_{Ed} = 0.70$ zulässiger Ausnutzungsfaktor $\alpha_{1,zul} = 1.00$ **Ausnutzungsfaktor:** $\alpha_1 = S_{fi,d,t} / S_{Rd} = 0.540 < 1.00$ $\Rightarrow$ Feuerwiderstandsklasse REI 90EC 2, Tabelle 5.4: Mindestwanddicke $d = 131 \text{ mm}$ Mindestachsabstand $u = 23 \text{ mm}$

Gesamtbewehrung: total $a_{sB1o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2o} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$
total $a_{sB1u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{sB2u} = 2.69 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zulagebewehrung: $\Delta a_{sB1o} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\Delta a_{sB2o} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $\Delta a_{sB1u} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\Delta a_{sB2u} = 0.81 \text{ cm}^2/\text{m}$

Querschnittsdaten

Bruttobetonfläche: $a_c = 24.0 \text{ dm}^2/\text{m}$, Flächenträgheitsmoment: $i_{cs} = 11.5 \text{ dm}^4/\text{m}$

Widerstandsmoment: $w_{cs} = 9.6 \text{ dm}^3/\text{m}$, Schwerpunktsabstand vom oberen Rand: $z_s = 12.0 \text{ cm}$

Gesamtfläche der Längsbewehrung: $\Sigma(\text{erf } a_s) = 10.77 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \rho_s = 0.45\% < 8.00\%$

Materialdaten für die Bemessung

Beton	f_{ck}	α	ε_{c2}	ε_{c2u}	n_c	E_{cm}	f_{ctm}
	MN/m ²	-	‰	‰	-	MN/m ²	MN/m ²
C20/25	20.0	0.850	-2.00	-3.50	2.00	29962.0	2.210

Bemessungswert der Zylinderdruckfestigkeit $f_{cd} = \alpha_c f_{ck} / \gamma_c$

Dehnung beim Erreichen der Festigkeitsgrenze ε_{c2} , Bruchdehnung ε_{c2u}

Betonspannungen $\sigma_c = f_{cd} (1 - (\varepsilon_c / \varepsilon_{c2})^n)$ für $0 \leq \varepsilon_c < \varepsilon_{c2}$ und $\sigma_c = f_{cd}$ für $\varepsilon_c \geq \varepsilon_{c2}$

Elastizitätsmodul E_{cm} , Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit f_{ctm}

Bewehrung	f_{yk}	f_{tk}	ε_{su}	E_s
	MN/m ²	MN/m ²	‰	MN/m ²
BSt 500 (A)	500.0	525.0	25.00	200000.0

Bemessungswert der Streckgrenze $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$

Bemessungswert der Zugfestigkeit $f_{td} = f_{tk} / \gamma_s$

Stahlbruchdehnung ε_{su} , Elastizitätsmodul E_s