

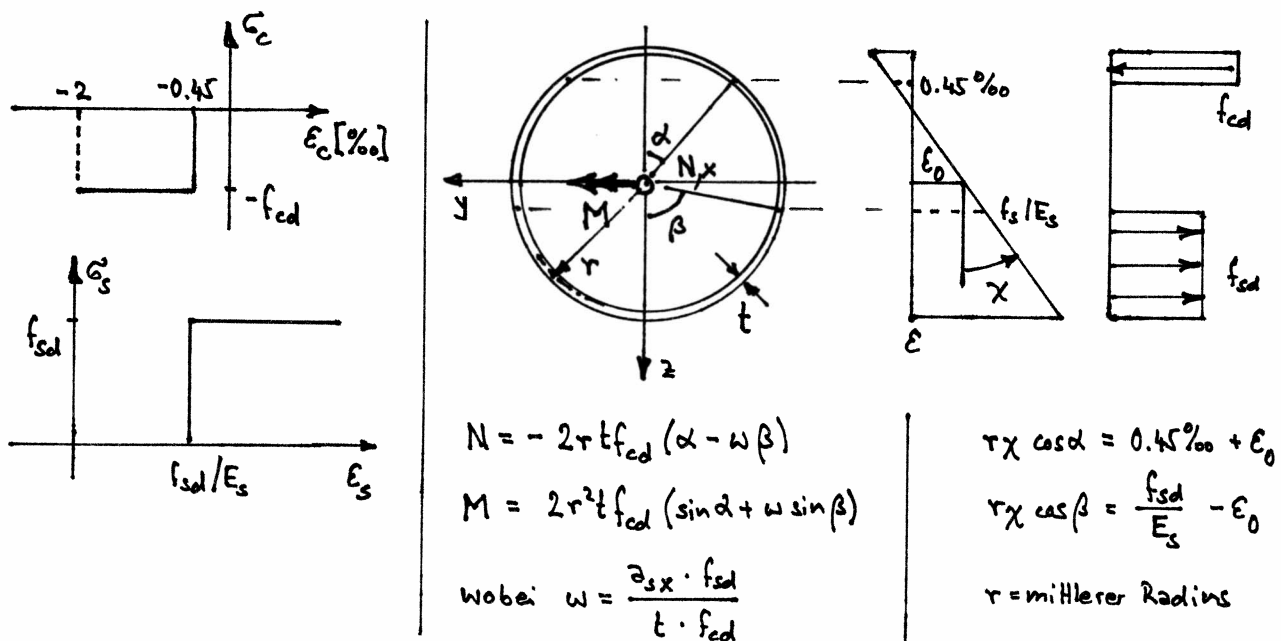
Stahlbeton 1 - Übung 3

Aufgabenstellung

Ein 120 m hoher Stahlbetonschaft hat die Form eines hohlen Kreiskegels stumpfs. Die Aussendurchmesser am Kopf und Fuss betragen 4 bzw. 12 m. Am Kopf wirken die Schnittgrößen  $N_d = -2.5 \text{ MN}$ ,  $V_{zd} = 1 \text{ MN}$  und  $M_{yd} = -20 \text{ MNm}$  aus äusserer Belastung. Die Windkraft über die Höhe des Schafts darf vereinfachend mit  $q_d = 12 \text{ kN/m} = \text{const}$  angesetzt werden. Gesucht ist eine Vorbemessung des Schafts unter Berücksichtigung einer Bewehrungsüberdeckung von  $c_{\text{nom}} = 40 \text{ mm}$ .

Wähle zweckwässige Baustoffe und bemesse die Wandstärke sowie die Vertikal- und Ringbewehrung.

Für die Bemessung auf Tragsicherheit kann von vereinfachten Spannungs-Dehnungsdiagrammen sowie einem dünnwandigen Ringquerschnitt wie folgt ausgegangen werden:

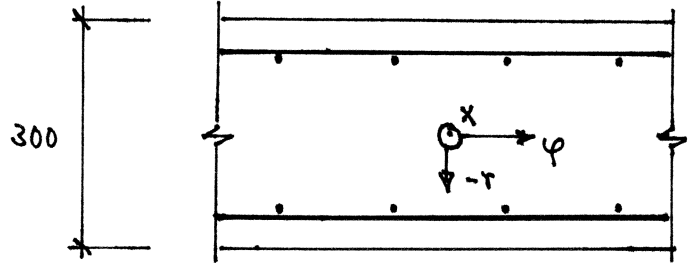


Zur Berücksichtigung der Einflüsse 2. Ordnung darf in einer ersten Näherung  $M_d = 1.15 M_{1d}$  gesetzt werden.

Für die Bemessung der Ringbewehrung ( $a_{sp}$  pro Lage) ist anzunehmen, dass das Rissmoment  $m_r \approx f_{ctm} t^2 / 6 = \sigma_{sro} a_{sp} (d - x/3)$  ist und die Rissbreiten  $w_r$  nach Zuggutmodell ( $\lambda = 1$ ) auf 0.2 mm beschränkt werden.

Bauweise und Wandstärke

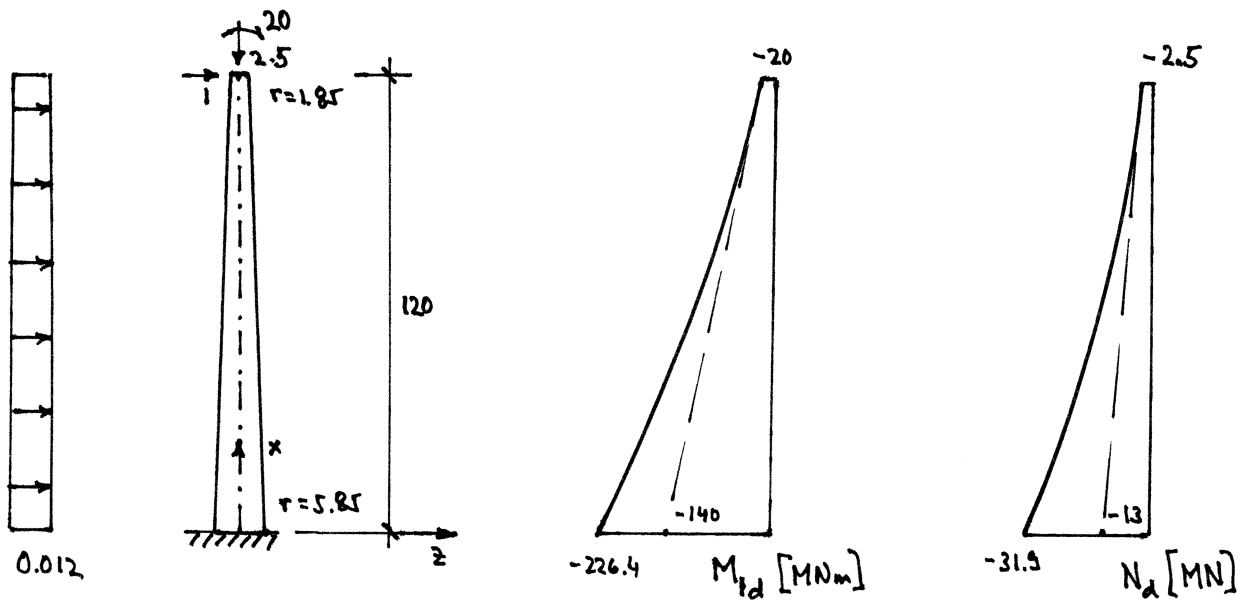
Konstruktive Mindeststärke  $t \approx 300 \text{ mm} \rightarrow$  Wahl  $t = 300 \text{ mm}$



Beton C 25/30 ...  $f_{cd} = 16.5 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ctm} = 2.6 \text{ N/mm}^2$

Betonstahl B500B ...  $f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$ ,  $E_s = 205 \text{ kN/mm}^2$

Tragsicherheit



Eigenlast  $g = 2\pi r t \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \dots$   $87.2 \text{ kN/m}$  am Kopf }  $g_d = \begin{cases} 117.7 \\ 372.2 \end{cases}$  im Mittel  $244.9 \text{ kN/m}$   
 $275.7 \text{ kN/m}$  am Fuss }

Ort	$-N_d$	$-M_d$	Bewehrung	$\rho_{sx}$	$\omega$	$\alpha$	$\beta$	$\epsilon_0$	$\chi$
Kopf	2.5	20.0	$\phi 16 @ 150$ beids.	2681	0.2356	0.392	1.085	1.259	0.999
Fuss	31.9	266.4	$\phi 14 @ 150$ beids.	2053	0.1804	0.694	0.794	0.895	0.299
[...]	MN	MNm		$\text{mm}^2/\text{m}$	-	-	-	%	mrad/m

Mit Berücksichtigung der nicht fließenden Bewehrung könnte  $a_{sx}$  wahrscheinlich noch reduziert werden. Bei der Verfeinerung sollten auch zwischen Kopf und Fuss liegende Querschnitte analysiert werden.

### Gebrauchstauglichkeit

Aus

$$m_r = \frac{f_{ctm} t^2}{6} = a_{syf} \cdot \sigma_{sr0} \left(d - \frac{x}{3}\right)$$

folgt unter Berücksichtigung von (3.9) und (3.10)

$$s_{rmo} = \frac{\phi}{4} \left[ \frac{t^2}{6 a_{syf} \left(d - \frac{x}{3}\right)} - n \right]$$

Einsetzen in (3.14) mit  $\sigma_{sr} = \sigma_{sr0}$  und  $\lambda = 1$  bringt

$$w_r = \frac{f_{ctm} \cdot t^2 \phi \left[ \frac{t^2}{6 a_{syf} \left(d - \frac{x}{3}\right)} - n \right]}{48 E_s a_{syf} \left(d - \frac{x}{3}\right)}$$

Annahme  $\phi 12 @ 180$ :  $a_{syf} = 628 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d = 300 - 40 - \frac{12}{2} = 254 \text{ mm}$$

$$(2.12) \text{ mit } \frac{0.628}{254} = 0.25\% \text{ und } n=6 : x = 40.2 \text{ mm}$$

$$\text{Somit } w_r = \frac{2.6 \cdot 300^2 \cdot 12 \cdot \left[ \frac{300^2}{6 \cdot 0.628 \cdot (254 - 40.2/3)} - 6 \right]}{48 \cdot 205000 \cdot 0.628 (254 - 40.2/3)} = \underline{\underline{0.18 \text{ mm}}}$$

Mit der gewählten Bewehrung  $\phi 12 @ 180$  (innen und aussen) bleiben die Rissbreiten theoretisch unter dem Grenzwert von 0.2 mm.

Wiederholung der Rechnung mit  $s = 190 \text{ mm}$  statt  $s = 180 \text{ mm}$ :

$$a_{syf} = 0.595 \text{ mm}, x = 39.2 \text{ mm}, \underline{\underline{w_r = 0.20 \text{ mm}}}$$