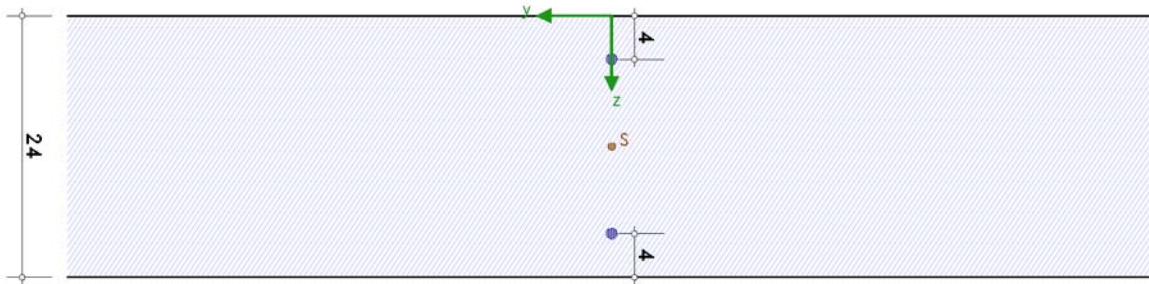


# POS. 61: BSP. 8.3 W (LOHMEYER)

Stahlbeton Bemessung EC 2 (1.11), NA: Deutschland

## 1. Eingabeprotokoll



### 1.1. Material

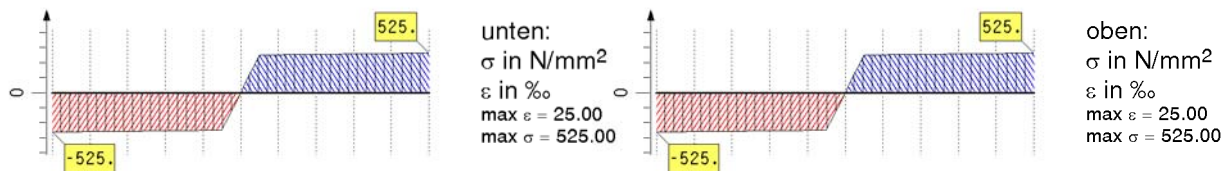
Betonstahl unten B500A, oben B500A, Beton C30/37

Kennwerte zur Berücksichtigung des Kriechens und Schwindens im Beton (für Nachweise im GZG):

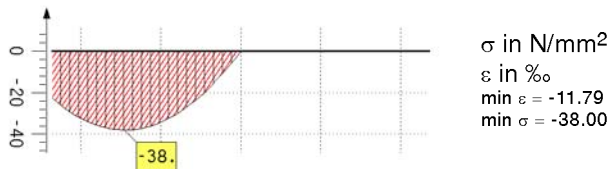
Kriechbeiwert  $\varphi_{\text{eff}} = 2.367$ , Schwindmaß  $\varepsilon_{\text{cs},\infty} = 0.000\%$

Kennwerte zur Berechnung effektiver Betonfestigkeiten (Rissnachweis): Zement CEM 32.5 R (Klasse N), wirksame Querschnittsdicke  $h_0 = 24.0$  cm

Spannungsdehnungslinie des Betonstahls: EC 2-1-1, 3.2.7 (bilinear)



Spannungsdehnungslinie des Betons: EC 2-1-1, 3.1.5 (wirklichkeitsnah)



### 1.2. Material Sicherheitsbeiwerte

Gebrauchstauglichkeit: Beton  $\gamma_c = 1.00$ , Bewehrung  $\gamma_s = 1.00$

### 1.3. Querschnitt

Platte:  $h = 24.0$  cm

Achsabstände:  $d_o = 4.0$  cm,  $d_u = 4.0$  cm

Grundbewehrung:  $A_{s00} = \emptyset 10 / 90.0 = 0.87$  cm<sup>2</sup>/m,  $A_{su0} = \emptyset 10 / 90.0 = 0.87$  cm<sup>2</sup>/m

max. Bewehrungsgrad  $\rho_s = 8.00\%$

### 1.4. Dauerhaftigkeit und Betondeckung

oben: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\emptyset_s = 10$  mm

infolge Bewehrungskorrosion XC1  $\Rightarrow$  C16/20,  $c_{\text{min}} = \emptyset_s = 10$  mm,  $\Delta c = 10$  mm,  $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c = 20$  mm

Mindestbetongüte C16/20 mit  $f_{\text{ck}} = 16.0$  N/mm<sup>2</sup> < 30.0 N/mm<sup>2</sup> **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_{\text{nom}} + \emptyset_s / 2 = 25$  mm <  $\text{cl}_c d = 40$  mm **ok**

unten: Mindestfestigkeitsklasse, Betondeckung für  $\emptyset_s = 10$  mm

infolge Bewehrungskorrosion XC2  $\Rightarrow$  C16/20,  $c_{\text{min}} = 20$  mm,  $\Delta c = 15$  mm,  $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c = 35$  mm

infolge Betonangriff XA1  $\Rightarrow$  C25/30

Mindestbetongüte C25/30 mit  $f_{\text{ck}} = 25.0$  N/mm<sup>2</sup> < 30.0 N/mm<sup>2</sup> **ok**

Mindestachsabstand  $\min d = c_{\text{nom}} + \emptyset_s / 2 = 40$  mm  $\leq$   $\text{cl}_c d = 40$  mm **ok**

## 1.5. Bemessungsparameter

### 1.5.1. Rissnachweis

zul. Rissbreite:  $w_{o,lim} = 0.30$  mm,  $w_{u,lim} = 0.30$  mm

Stabdurchmesser der rissverteilenden Bewehrung:  $\varnothing_{ro} = 10$  mm,  $\varnothing_{ru} = 10$  mm

#### 1.5.1.1. Mindestbewehrung (EC 2, 7.3.2)

Berechnung n. Lohmeyer/Ebeling

Zeitpunkt der Rissentstehung  $t_{crit} = 1.3 \cdot t_{max,T} + 24 = 56$  h,

$t_{max,T} = 25$  h für normal erhärtenden Beton (CEM 32.5 R) und  $h_0 = 24.0$  cm

Betonzugfestigkeit bei Erstrissbildung  $f_{ct,eff} = k_{ct} \cdot f_{ctm} = 1.98$  N/mm<sup>2</sup>,

Beiwert  $k_{ct} = k_j \cdot k_{ct}(t) = 0.68$  für normal erhärtenden Beton (CEM 32.5 R) und  $t_{crit} = 56$  h,  $k_{ct}(t) = 0.68$ ,

$k_j = 1.0$  (Frühjahr/Herbst)

#### Berechnung der Zwangsschnittgröße für Ortbetonwände

Abmessungen der Wand  $H_w = 3.20$  m,  $L_w = 6.00$  m,  $t_w = 24.0$  cm

Zwangsschnittgröße  $N_{ct} = \sigma_{ct,d} \cdot A_{c,eff} = 449.55$  kN/m,  $A_{c,eff} = 2080.0$  cm<sup>2</sup>/m

Bemessungswert der Zwangsspannung  $\sigma_{ct,d} = k_{ct,d} \cdot \sigma_{ct}(t) = 2.16$  N/mm<sup>2</sup>,  $k_{ct,d} = 0.48$  für  $L_w/H_w = 1.88$

Zwangsspannung  $\sigma_{ct}(t) = \alpha_T(t) \cdot \Delta T_{c,B} \cdot E_c(t) + \varepsilon_{cst} \cdot E_c(t) = 4.49$  N/mm<sup>2</sup>

Schwindmaß zum Zeitpunkt  $t = 56$  h:  $\varepsilon_{cst} = -(\varepsilon_{cas} + \varepsilon_{cds}) = -0.020\%$  wobei

autogenes Schwinden:  $\varepsilon_{cas} = \varepsilon_{cas,0} \cdot \beta_{as} = 0.013\%$  mit  $\varepsilon_{cas,0} = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) = 0.050\%$ ,  $\beta_{as} = 1 - e^{-0.2 \cdot t^{1/2}} = 0.263$

Trocknungsschwinden:  $\varepsilon_{cds} = \varepsilon_{cds,0} \cdot \beta_{ds} \cdot k_h = 0.007\%$  mit  $\varepsilon_{cds,0} = 0.85 \cdot ((220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot e^{-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm}/10}) \cdot \beta_{RH} = 0.557\%$ ,

$k_h = 0.81$  für  $h_0 = 24.0$  cm,  $\alpha_{ds1} = 4.0$  und  $\alpha_{ds2} = 0.12$  für Zementgruppe N,

$\beta_{RH} = 1.55 \cdot (1 - (RH/100)^3) = 1.356$  für  $RH = 50\%$ ,  $\beta_{ds} = \Delta t / (\Delta t + 0.04 \cdot (h_0^3)^{1/2}) = 0.015$ ,  $\Delta t = t - t_s = 2.33$  d

Wärmedehnzahl des jungen Betons  $\alpha_T(t) = 12.7 \cdot 10^{-6}$  1/K zum Zeitpunkt  $t = 2.33$  d (56 h)

mittlere Abkühlung des Betons  $\Delta T_{c,B} = 12.2$  K für normal erhärt. Beton (CEM 32.5 R) und  $h_0 = 24.0$  cm (Frühjahr/Herbst)

E-Modul des jungen Betons  $E_c(t) = k_{E,t} \cdot E_c = 25651.9$  N/mm<sup>2</sup>, Tangentenmodul  $E_c = 1.05 \cdot E_{cm} = 34478.4$  N/mm<sup>2</sup>

Beiwert  $k_{E,t} = \alpha_{E,g} \cdot 0.83 = 0.74$  für normal erhärtenden Beton (CEM 32.5 R) und  $t_{crit} = 56$  h,  $\alpha_{E,g} = 0.9$

Zwangsschnittgröße  $N_{ct} = 449.55$  kN/m

Zwangsschnittgröße (EC 2):  $N_{ct,EC2} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} = 411.68$  kN/m,  $f_{ct,eff} = 1.98$  N/mm<sup>2</sup>,  $A_{c,eff} = 2080.0$  cm<sup>2</sup>/m

Zwangsschnittgröße  $N_{ct} > N_{ct,EC2} \Rightarrow$  Rissicherheit nicht vorhanden ( $N_{ct}/N_{ct,EC2} = 1.092 > 1$ )  $\Rightarrow N_{ct} = N_{ct,EC2}$

Berechnung der Mindestbewehrung mit  $N_{ct,clc} = N_{ct} \cdot A_c / A_{c,eff} = 475.02$  kN/m,  $A_c = 2400.0$  cm<sup>2</sup>/m,  $A_{c,eff} = 2080.0$  cm<sup>2</sup>/m

Beiwert für die Spannungsverteilung  $k_c$  aus zentrischem Zwang

Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Eigenspannungen  $k$  aus selbstinduziertem Zwang

## 2. Hinweise

Rissnachweis: zul. Rissbreite (Last+Zwang) wird nicht nachgewiesen.

Querschnittstyp Platte: Die Ergebnisse beziehen sich auf 1 m Plattenbreite.

## 3. Rissnachweis

### Materialkennwerte

$\sigma$ - $\varepsilon$ -Linie n. EC 2, 3.1.5(1): C30/37,  $\varepsilon_{c1} = -2.16\%$ ,  $\varepsilon_{cu1} = -3.50\%$ ,  $f_{cm} = 38.00$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_{cm} = 32836.6$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma$ - $\varepsilon$ -Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A,  $\varepsilon_u = 25.00\%$ ,  $f_{yk} = 500.0$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{tk} = 525.0$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200000.0$  N/mm<sup>2</sup>

$\sigma$ - $\varepsilon$ -Linie n. EC 2, 3.2.7(2a): B500A,  $\varepsilon_u = 25.00\%$ ,  $f_{yk} = 500.0$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_{tk} = 525.0$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200000.0$  N/mm<sup>2</sup>

### 3.1. Berechnung der Mindestbewehrung (EC 2, 7.3.2)

Rissspannung  $\sigma_{cr} = 1.98$  N/mm<sup>2</sup>, Beiwert für nichtlineare Eigenspannungen  $k = 0.80$

Bewehrung oben

zul. Rissbreite  $w_{o,lim} = 0.30$  mm

Beiwert für die Spannungsverteilung  $k_{co} = 1.00$ , Zugzone  $A_{cto} = 12.00$  dm<sup>2</sup>, Risszone  $A_{c,eff,o} = 10.40$  dm<sup>2</sup>

Spannung in der Bewehrung  $\sigma_{sro} = 266.9$  N/mm<sup>2</sup>

Bewehrung (Mindestbewehrung)  $A_{so,Min} = 7.12$  cm<sup>2</sup>

Bewehrung unten

zul. Rissbreite  $w_{u,lim} = 0.30$  mm

Beiwert für die Spannungsverteilung  $k_{cu} = 1.00$ , Zugzone  $A_{ctu} = 12.00$  dm<sup>2</sup>, Risszone  $A_{c,eff,u} = 10.40$  dm<sup>2</sup>

Spannung in der Bewehrung  $\sigma_{sru} = 266.9$  N/mm<sup>2</sup>

Bewehrung (Mindestbewehrung)  $A_{su,Min} = 7.12$  cm<sup>2</sup>

## 4. Endergebnis

maximale Bewehrung:  $A_{so} = 7.12$  cm<sup>2</sup>,  $A_{su} = 7.12$  cm<sup>2</sup>

## Tragfähigkeit gewährleistet

## 5. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;

Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010

EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen -

Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;

Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010, Ausgabe Januar 2011



EN 1992-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1992-1-1, Ausgabe April 2013

G. Lohmeyer, K. Ebeling: Weiße Wannen - einfach und sicher, Planung und Konstruktion wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf