

Statische Berechnung

der

Turnhalle Hebbelstrasse

11/18

Bauherr: Stadt Duisburg

Bauort: Duisburg - Neudorf

Hebbelstrasse

Die Würdefestigkeit ist nachzuweisen.

Baustoffe: Beton B 160, B 225

Betonstahl III b, IV b

Mauerwerk MZ 150/II

Bestimmungen: DIN 1055, 1045, 1054, 1053

Pos. 1 Hallendachplatte



Belastung

Eigengewicht 0,1 . 2,4	= 0,24 t/m ²
Leichtbeton 0,1 . 1,6	= 0,16 "
Isolierung	0,02 "
Unterdecke	<u>0,05 "</u>
g	= 0,47 t/m ²
s	= <u>0,08 "</u>
q	= 0,55 t/m ² ✓

Momente

Volle Einspannung

$$\tilde{M}_B = 0,55 \cdot \frac{1,45^2}{8} = \underline{0,14 \text{ tm}}$$

$$\tilde{M}_C = 0,55 \cdot \frac{3,75^2}{12} = \underline{0,64 \text{ tm}}$$

Ausgleich

$$-M_B = 0,64 - (0,64 - 0,14) \frac{1}{1 + 0,75 \cdot \frac{3,75}{1,4}}$$

$$= 0,64 - 0,50 \cdot 0,33$$

$$= 0,64 - 0,17$$

$$= \underline{0,47 \text{ tm}}$$

$$+M_C = 0,64 + \frac{0,17}{4} = \underline{0,68 \text{ tm}}$$

$$A = \frac{0,55 \cdot 1,45}{2} - \frac{0,47}{1,4} = 0,40 - 0,34 = 0,06 \text{ t}$$

$$\max M_1 \approx 0,55 \cdot \frac{1,4^2}{15} = \underline{0,1 \text{ tm}}$$

$$\max M_2 = 0,55 \cdot \frac{3,75^2}{8} - \frac{0,47}{2} + 0,68$$

$$= 0,97 - 0,58$$

$$= \underline{0,4 \text{ tm}}$$

Innenfelder

$$\max M = \frac{0,55 \cdot 3,75^2}{15} = \underline{0,51 \text{ tm}}$$

Innenstützen

$$M_s = - \frac{0,55 \cdot 3,75^2}{10} = - \underline{0,78 \text{ tm}}$$

Bemessung

$$d = \underline{10 \text{ cm}}, h = \underline{8 \text{ cm}}$$

Innenfelder

$$k_h = \frac{8}{\sqrt{0,51}} = 11 \quad 60/2400$$

$$f_e = \frac{0,46 \cdot 0,51}{0,08} = \underline{2,9 \text{ cm}^2}$$

// gewählt T Ø 8, t = 15 cm

Außenfelder

$$f_e = \frac{0,46 \cdot 0,1}{0,08} = \underline{0,6 \text{ cm}^2}$$

// gewählt T Ø 6, t = 15 cm

Stützen

$$k_h = \frac{8}{\sqrt{0,78}} = 9 \quad 80/2200$$

$$f_e = \frac{0,51 \cdot 0,78}{0,08} = \underline{5,0 \text{ cm}^2}$$

1/2 aufgebogen aus den Feldern = 3,3

Zulage T Ø 8, t = 30cm

$$= 1,2$$

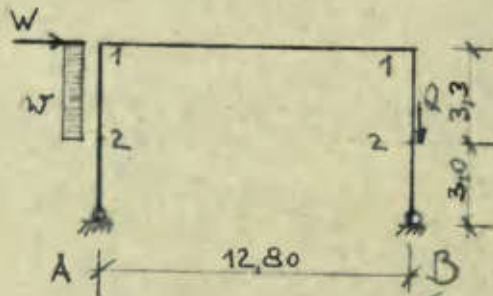
$$\underline{5,0 \text{ cm}^2}$$

Stütze B

$$f_e = \frac{0,46 \cdot 0,5}{0,08} = 2,9 \text{ cm}^2$$

1/2 aufgebogen aus dem Feld

Zulage TØ 8, t = 30 cm



Pos. 2 Rahmen

Abstand a = 3,75 m

Eigengewicht $\frac{0,7 + 0,45 \cdot 0,3 \cdot 2,4}{2} = 0,41 \text{ t/m}$

Dachplatte $0,55 \cdot 3,75 = 2,06 \text{ "}$

q = 2,47 t/m

Einzellast aus Pos. 11

$$Q = 2 \cdot 3,8 = 7,6 \text{ t}$$

Turngeräte

Die ungünstigsten Belastung bringen Klettertaue, die über die ganze Riegeellänge verteilt sind. Es werden 8 Einzellasten von je 150 kg auf einer Länge von ~7,5 m berücksichtigt.

$$\text{Hierfür Ersatzlast } p = \frac{8 \cdot 0,15}{7,5} = 0,16 \text{ t/m}$$

Wind

$$w = 0,06 \cdot 3,75 = 0,23 \text{ t/m}$$

$$W = 0,23 \cdot \frac{3,3}{2} = 0,4 \text{ t}$$

Volleinspannmomente

nach "Bautechnik", Heft 12, 1956, S. 444 (s. folg. S.)

$$\text{Riegeellast } - \bar{M} = (2,47 + 0,16) \cdot 12,8^2 \cdot 0,07 = 31,0 \text{ tm}$$

Schwinden

Riegelverkürzung

$$\Delta l = \frac{15 \cdot 10^{-5} \cdot 12,8}{2} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \tilde{M} &\approx \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^6}{6,3^2} \cdot \frac{6,7 + 22,7}{2} \cdot 10^{-4} \\ &\quad \cdot 9,6 \cdot 10^{-4} \\ &= 0,2 \text{ tm (kann man vernachlässigen)} \end{aligned}$$

Trägheitsmomente und Steifigkeiten

Riegel

$$d = 1,0 \text{ dm}$$

$$\max d_o = 7,0 \text{ dm}$$

$$\min d_o = 4,5 \text{ dm}$$

$$b_o = 3,0 \text{ dm}$$

$$b = 6 \cdot 1,0 + 3,0 = 9,0 \text{ dm}$$

$$\frac{b_o}{b} = 0,33$$

$$\frac{\frac{d}{\max d_o}}{\frac{d}{\min d_o}} = \frac{1,0}{7,0} = 0,14 \cdot \frac{d}{\min d_o} = \frac{1,0}{4,5} = 0,22$$

$$\max I_R = 0,41 \cdot 9,0 \cdot 7,0^3 \cdot 10^{-1} = 126 \text{ dm}^4$$

$$\min I_R = 0,44 \cdot 9,0 \cdot 4,5^3 \cdot 10^{-1} = 36 \text{ dm}^4$$

Nach "Bautechnik", Heft 12, 1956, S. 444

ist für

$$\frac{\max I_R}{\min I_R} = \frac{126}{36} = 3,5$$

$$\hat{k}_R = 1,46$$

$$k_R = 1,46 \cdot \frac{36}{12,8} = 4,1$$

Stiele
oben

$$I_o = \frac{3,0 \cdot 4,5^3}{12} = 22,7 \text{ dm}^4$$

$$I_u = \frac{3,0 \cdot 3,0^3}{12} = 6,7 \text{ dm}^4$$

Nach Prenzlau, Tragwerksberechnung nach
Gross, S. 81, Tafel 10 wird für $\frac{I_u}{I_o} = 0,3$

$$\text{und } \frac{v}{I} = \frac{3,3}{6,3} = 0,53$$

$$k_o = 1,36$$

$$k_s = 1,36 \cdot \frac{6,7}{6,3} = 1,45$$

Verteilungszahlen (für symmetrische Belastung)

$$\mu_R = \frac{0,5 \cdot 4,1}{0,5 \cdot 4,1 + 1,45} = 0,59$$

$$\mu_S = \frac{1,45}{3,5} = 0,41$$

Momente

Riegellast

$$\text{Ecke } M_A = - 0,41 \cdot 31,0 = - 12,7 \text{ tm} \quad \checkmark$$

$$\text{Feld } M_F = \frac{2,7 \cdot 12,8^2}{8} - 12,7$$

$$= 55,5 - 12,7$$

$$= 42,8 \text{ tm} \quad \checkmark$$

Wind (in Hallenquerrichtung)

$$\frac{1}{2} M_A = \frac{0,4}{2} \cdot 6,3 = 1,3 \text{ tm} \quad \checkmark$$

(in Hallenlängsrichtung) Höhe 6,8 m,

Breite 13,24 m

$$W = 0,06 \cdot \frac{13,24}{2} \cdot \frac{6,8}{2} = 1,35 \text{ t}$$

Auf jeden Stiel entfällt $\sim \frac{1,35}{2} = 0,19 \text{ t}$

Daraus Moment am Stielkopf und Stielfuß

Längs:
~~Quer~~ $M = \pm 0,19 \cdot \frac{6,3}{2} = 0,6 \text{ tm}$

bei B

$$\min M = - 12,7 \cdot \frac{3,0}{6,3} - 1,3 \cdot \frac{3,0}{6,3}$$

$$= - 6,1 - 0,6$$

$$= - 6,7 \text{ tm}$$

Quer und Längskräfte

Riegel

$$\max Q_A = 2,73 \cdot \frac{12,8}{2} = 17,5 \text{ t}$$

$$N = \frac{12,7}{6,3} = 2,0 \text{ t (wird vernachlässigt)}$$

Stiel A

$$N = 17,5 \text{ t}$$

Auflager (einschl. Stieleigengewicht)

$$A = 17,5 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,4 \cdot 6,3$$

$$= 17,5 + 1,4 = 18,9 \text{ t}$$

Stiel B

Pos. M
 $N = 17,5 + 7,6 = 25,1 \text{ t}$

Auflager (einschl. Stieleigengewicht)

$$B = 25,1 + 1,4 = 26,5 \text{ t}$$

$$\text{Horizontalschub } H = \frac{12,7}{6,3} = 2,0 \text{ t}$$

Bemessung

Riegel

Riegelmitte $M = 42,8 \text{ tm}$

$d_o = 0,7 \text{ m}, h = 65 \text{ cm}, d = 10 \text{ cm}$

$k_o = 0,3 \text{ m}, b = 12 \cdot 0,1 + 0,3 = 1,5 \text{ m}$

$\frac{b}{b_o} = 5$

$\frac{d}{h \cdot k_x} = \frac{0,1}{0,65 \cdot 0,3} = 0,5$

$h \cdot k_x = 0,65 \cdot 0,3$

$b_1 = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ m}$

$k_h = \frac{65}{\sqrt{\frac{42,8}{1,2}}} = 10,9 > 10,2 \quad 65/2400$

$Fe = \frac{0,46 \cdot 42,8}{0,65} = 30,2 \text{ cm}^2$

// gewählt 6 TØ 26 = 31,9 cm²

Riegel, Ecke 1

$M_A = -12,7 - 1,3 = -14,0 \text{ tm}$

$d_o = 0,45 \text{ m}, h = 41 \text{ cm}$

$b_o = 0,3 \text{ m}$

$k_h = \frac{41}{\sqrt{\frac{14,0}{0,3}}} = 60 \quad 90/2400$

$Fe = \frac{0,46 \cdot 14,0}{0,41} = 15,7 \text{ cm}^2$

// gewählt 3 TØ 26 = 15,9 cm²

$Fe' = \frac{0,48 \cdot 14,0}{0,41} \cdot 1,15 = 18,9 \text{ cm}^2$

// gewählt 4 TØ 26 = 21,2 cm²

$\tau_o = \frac{17,5}{0,3 \cdot 0,41 \cdot 0,88} = 16 \text{ kg/cm}^2$

30 Bügel TØ 8, a = 20 cm mit 30 cm²

3 TØ 26 aufgebogen = 22,5 cm²

$Fe_{\tau} = 52,5 \text{ cm}^2 > 45,9 \text{ cm}^2$

30,2 + 15,9

Stiel A

Boke 1 $d = 45 \text{ cm}, h = 41 \text{ cm}$
 $b = 30 \text{ cm}$

Wind in Hallenquerrichtung

$M_e = 14,0 + 17,5 \cdot 0,18 = 14,0 + 3,1$
 $= 17,1 \text{ tm}$

$M_e' = 14,0 - 3,1 = 10,9 \text{ tm}$

$\rho = \frac{17,1}{900 \cdot 0,3 \cdot 0,41^2} = 0,38$

$\rho' = \frac{10,9}{45} = 0,24$

Für $h' = 0,08 \cdot h$ wird

$\mu = \mu' = 1,6 \%$

$F_e = F_e' = 0,016 \cdot 41 \cdot 30 = 19,7 \text{ cm}^2$

gewählt 4 TØ 26 ^{21,2 cm} je Seite

Wind in Hallenlängsrichtung

$M_x = 12,7 \text{ tm}, M_y = 0,6 \text{ tm}$

$N = 17,5 \text{ t}$

nach Säger $\lambda = \frac{45}{30} \cdot \frac{0,6}{12,7} = 0,07$

$c = \frac{12,7}{17,5} = 0,73 \text{ m}, e = 0,42 \cdot 0,45 = 0,19 \text{ m}$

$M_{ex} = 17,5 (0,73 + 0,19) = 16,0 \text{ tm}$

$M'_{ex} = 17,5 (0,73 - 0,19) = 9,3 \text{ tm}$

$\rho = \frac{16,0}{1000 \cdot 0,3 \cdot 0,45^2} = 0,27$

$\rho' = \frac{9,3}{60} = 0,16$

$\mu = \mu' = 1,3$ $0,013$ $17,5$
 $\mu = \mu' = 1,0\%$, $Fe = Fe' = 0,01.45.30 = 13,5 \text{ cm}^2$
 gewählt je Seite: 3 TØ 26 + Abbiegung
 gewählt je Seite 2 TØ 26 + 1 TØ 20 aus
 Riegel

Punkt 2

$$d = 0,3 \text{ m}, \quad h = 26 \text{ cm}$$

$$b = 0,3 \text{ m}$$

$$Me = 6,7 + 17,5 \cdot 0,12$$

$$= 6,7 + 2,1 = 8,8 \text{ tm}$$

$$Me' = 6,7 - 2,1 = 4,6 \text{ tm}$$

$$\rho = \frac{8,8}{900 \cdot 0,3 \cdot 0,26^2} = 0,49$$

$$\rho' = \frac{4,6}{18} = 0,26$$

Für $h' = 0,14 \cdot h$ wird

$$\mu = \mu' = 2,4\%$$

$$Fe = Fe' = 0,024 \cdot 30 \cdot 26 = 19 \text{ cm}^2$$

// gewählt 4 TØ 26 je Seite 21,2 cm

Stiel B, Punkt 2

$$Me = 6,7 + 25,1 \cdot 0,12 = 9,7 \text{ tm}$$

$$Me' = 6,7 - 3,0 = 3,7 \text{ tm}$$

$$\rho = \frac{9,7}{18} = 0,54$$

$$\rho' = \frac{3,7}{18} = 0,21$$

$$Fe = Fe' = 0,026 \cdot 30 \cdot 26 = 20 \text{ cm}^2$$

// gewählt 4 TØ 26 je Seite

Fuß

bei Wind in Hallenlängsrichtung $M = 0,6 \text{ tm}$

$N = 18,9 \text{ t}$

Bemessung

$$d = 0,3 \text{ m}, h = 26 \text{ cm}$$

$$b = 0,3 \text{ m}$$

$$M_e = 0,6 + 18,9 \cdot 0,12$$

$$= 2,8 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{26}{\sqrt{\frac{2,8}{0,3}}} = 8,5 \quad 90/2400$$

$$F_e = \frac{0,47 \cdot 2,8}{0,26} - \frac{18,7}{2,4} = 5,1 - 7,8 < 0$$

gewählt 2 TØ 14 je Seite

Pos. 3 Dachriegel an den Hallenlängswänden

Durchlaufträger mit $l = 3,75 \text{ m}$

Belastung

Eigengewicht 0,4 t/m

Anteil aus Dachplatten

$$\sim 0,55 \cdot 1,0 = 0,6 \text{ t/m}$$

$$q = 1,0 \text{ t/m}$$

min. Moment (einschl. Wind in Hallenlängsrichtung)

$$\min M = - \frac{1,0 \cdot 3,75^2}{9} = - \frac{0,6}{2}$$

$$= - 1,9 \text{ tm}$$

Bemessung

$$d = 0,6 \text{ m}, \quad h = 55 \text{ cm}$$

$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$k_h = \frac{55}{\sqrt{\frac{1,9}{0,25}}} = 18 \quad 40/2400$$

$$F_e = \frac{0,45 \cdot 1,9}{0,55} = 1,6 \text{ cm}^2$$

gewählt oben und unten je 4 TØ 12

seitlich je 3 TØ 10

Bügel TØ 6, a = 25 cm

Kragplatte d = 0,08 m

Bewehrung TØ 6, t = 12 cm

längs 4 TØ 10

Pos. 4, 4a Dachrähme an den Hallenquerwänden

Die Rähme liegen auf Mauerwerk auf.

Bewehrung konstruktiv 10 TØ 12 ringsum

Pos. 5 Einfelddachplatte

Stützweite l = 4,5 m

Belastung

Eigengewicht 0,14 · 2,4 = 0,34 t/m²

Isolierung, Putz 0,08 "

g = 0,42 t/m²

Schnee s = 0,08 "

q = 0,50 t/m²

$$\max M = \frac{0,5 \cdot 4,5^2}{8} = 1,3 \text{ tm}$$

Bemessung

$$d = 14 \text{ cm} \quad h = 12,5 \text{ cm}$$

$$k_h = \frac{12,5}{\sqrt{1,3}} = 11,5 \quad 60,2400$$

$$f_e = \frac{0,46 \cdot 1,3}{0,125} = 4,8 \text{ cm}^2$$

// gewählt T₁₀, t = 15 cm = 5,3 cm²/m

Einhängebewehrung

$$Z = 0,5 \cdot \frac{4,5}{2} = 1,1 \text{ t/m}$$

$$f_e = \frac{1,1}{2,4} = 0,5 \text{ cm}^2$$

// gewählt T₆, t = 20 cm

neben Pos. 6 Durchlaufplatte

Stützweite und Belastung wie Pos. 4

$$\max M = \frac{0,5 \cdot 4,5^2}{11} = 0,92 \text{ tm}$$

$$\min M = \frac{0,5 \cdot 4,5^2}{9} = -1,1 \text{ tm}$$

Bemessung

$$d = 14 \text{ cm}, \quad h = 12,5 \text{ cm}$$

$$k_h = \frac{12,5}{\sqrt{0,92}} = 13 \quad 50/2400$$

$$f_e = \frac{0,45 \cdot 0,92}{0,125} = 3,3 \text{ cm}^2$$

// gewählt T₁₀, t = 15 cm = 5,27 cm²/m

Stütze zur Pos. 6 hin

$$f_e = \frac{0,45 \cdot 1,1}{0,125} = 4,0 \text{ cm}^2$$

// 1/2 aufgebogen, Zulage TØ 10, t = 40 cm

Pos.6 Einfeldplatte

System und Belastung wie Pos. 5

Bewehrung wie Pos.5

Feld TØ 10, t = 15 cm

Stütze zur Position 7 hin

1/2 aufgebogen

Zulage TØ 10, t = 40 cm

Pos.7 Einfelddachplatte

Stützweite l = 5,15 m

Belastung

Eigengewicht 0,2 · 2,4 = 0,48 t/m²

Isolierung, Putz 0,08 "

g = 0,56 t/m²

Schnee s = 0,08 "

q = 0,64 t/m²

max M = $\frac{0,64 \cdot 5,15^2}{8} = 2,1 \text{ tm}$

Bemessung

d = 20 cm, h = 18,5 cm

$$k_h = \frac{18,5}{\sqrt{2,1}} = 12,7 \quad 50/2400$$

$$f_e = \frac{0,45 \cdot 2,1}{0,185} = 5,1 \text{ cm}^2$$

// gewählt T₈ 10, $\bar{v} = 15 \text{ cm}$

Pos. 8 Betonwand mit Dachrähm

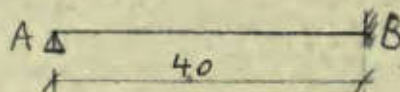
max. Stützweite des Rähmes $l = 4,0 \text{ m}$

Belastung

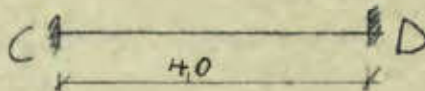
Eigengewicht 0,15 t/m

Dachplatte Pos. 7 $0,64 \cdot \frac{5,15}{2} = 1,65 \text{ "}$

$q = 1,80 \text{ t/m}$



$$M_B = -1,8 \cdot \frac{4,0^2}{8} = -3,6 \text{ tm}$$



$$M_C = -1,8 \cdot \frac{4,0^2}{12} = -2,4 \text{ tm}$$

$$\max M \approx 1,8 \cdot \frac{4,0^2}{14} = 2,1 \text{ tm}$$

$$Q = 1,8 \cdot \frac{4,0}{2} = 3,6 \text{ t}$$

Benennung $d = 0,32 \text{ m}$, $h = 28 \text{ cm}$

$$b_0 = 0,32 \text{ m}$$

Stützen B

$$k_h = \frac{28}{\sqrt{\frac{3,6}{0,32}}} = 8,4 \quad 80/2400$$

$$F_e = \frac{0,47 \cdot 3,6}{0,28} = 6,1 \text{ cm}^2$$

/ gewählt oben 4 T₈ 14

$$Fe' = \frac{0,19 \cdot 3,6}{0,28} = 2,4 \text{ cm}^2$$

gewählt unten 2 TØ 14

Felder

$$k_h = \frac{28}{\sqrt{\frac{2,1}{0,32}}} = 11 \quad 60/2400$$

$$Fe = \frac{0,46 \cdot 2,1}{0,28} = 3,4 \text{ cm}^2$$

gewählt 4 TØ 14 unten

Stützen C und D

Bei geringer Beanspruchung Bewehrung
wie Stütze B

$$\sigma_o = \frac{3,6}{0,32 \cdot 0,28 \cdot 0,88} = 4,6 \text{ kg/cm}^2$$

Bügel TØ 6, a = 20 cm

Wandteil

Belastung

$$\text{aus Rähm} \quad \sim 1,8 \cdot (4,0 + 1,2) = 9,4 \text{ t}$$

$$M = 3,6 \text{ tm}$$

$$d = 1,09 \text{ m}, \quad h = 1,0 \text{ m}, \quad b = 0,3 \text{ m}$$

$$M_e = 3,6 + 9,4 \cdot 0,50 = 8,3 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{100}{\sqrt{\frac{8,3}{0,3}}} = 19 \quad 30/2400$$

$$Fe = \frac{0,44 \cdot 8,3}{1,0} = \frac{9,4}{2,4} \approx 0 \text{ cm}$$

Bewehrung konstruktiv

Pressung am Mauerwerk

$$\sigma = \frac{9,4}{0,3 \cdot 1,07} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

Pos. 9,10 Betonwand mit Dachrähm

Bei geringerer Beanspruchung Ausführung
wie Pos. 8

Pos. 11 Fensterriegel, durchlaufend

Stützweite $l = 3,75 \text{ m}$

Belastung

Eigengewicht $0,6 \text{ t/m}$

Dachplatte Pos. 4 $0,5 \cdot \frac{4,5}{2} = 1,1 \text{ "}$

Mauerwerk

$0,24 \cdot 1,8 \cdot 0,7 = 0,3 \text{ "}$

$q = 2,0 \text{ t/m}$

$$\max M = \frac{2,0 \cdot 3,75^2}{11} = 2,6 \text{ tm}$$

$$\min M = - \frac{2,0 \cdot 3,75^2}{9} = - 3,1 \text{ tm}$$

$$Q = 2,0 \cdot \frac{3,75}{2} = 3,8 \text{ t}$$

Benennung

Plan: 52m 53

$d = 0,62 \text{ m}, h = 55 \text{ cm}$

$b_0 = 0,3 \text{ m}$

$$k_h = \frac{55}{\sqrt{\frac{3,1}{0,3}}} = 17$$

40/2400

$$F_e = \frac{0,45 \cdot 3,1}{0,55} = 2,5 \text{ cm}^2$$

gewählt im Feld unten und über

den Stützen oben 4 TØ 12

seitlich je 4 TØ 8

$$\tau_o = \frac{3,8}{0,3 \cdot 0,65 \cdot 0,9} = 2,2 \text{ kg/cm}^2$$

Bügel TØ 6, t = 20 cm

Pos. 12,13 Türstürze

max Stützweite l = 2,3 m

Belastung

Eigengewicht 0,2 t/m

Mauerwerk 0,36 · 1,8 · 1,5 = 1,0 "

Dachplatte Pos.7 0,64 · $\frac{5,15}{2}$ = 1,7 "

q = 2,9 t/m

$$\max M \approx 2,9 \cdot \frac{2,3^2}{8} = 1,9 \text{ tm}$$

Benennung

$$d = 0,3 \text{ m}, \quad h = 25 \text{ cm}$$

$$b = 0,36 \text{ m}$$

$$k_h = \frac{25}{\sqrt{\frac{1,9}{0,36}}} = 11 \quad 60/2400$$

$$F_e = \frac{0,45 \cdot 1,9}{0,25} = 3,4 \text{ cm}^2$$

Gewählt im Feld und über der Stütze 5 TØ 10

Bügel TØ 6, s = 25 cm

Pos. 14 Türsturz

Stützweite $l = 1,6 \text{ m}$

Belastung gering

Bewehrung 4 TØ 10, Bügel TØ 6, $t = 30 \text{ cm}$

Pos. 15 Wandstürze

Stützweite $l = 4,8 \text{ m}$

Belastung

Eigengewicht 0,4 t/m

Mauerwerk $0,36 \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 1,6 \text{ "}$

Dachstuhl Pos. 4 0,3 "

Dachplatte $0,6 \cdot \frac{1,5}{2} = 0,4 \text{ "}$

$q = 2,7 \text{ t/m}$

$\max M = \frac{2,7 \cdot 4,7^2}{8} = 7,5 \text{ tm}$

$Q = \frac{2,7 \cdot 4,7}{2} = 6,4 \text{ t}$

Bemessung

$d = 40 \text{ cm}, h = 36 \text{ cm}$

$b = 37 \text{ cm}$

$k_h = \frac{36}{\sqrt{\frac{7,5}{0,37}}} = 8 \quad 80/1400$

$$F_e = \frac{0,84 \cdot 7,5}{0,36} = 17,5 \text{ cm}^2$$

// gewählt 7 T 18 = 17,5 cm²

$$\tau_0 = \frac{6,4}{0,37 \cdot 0,36 \cdot 0,85} = 6 \text{ kg/cm}^2$$

Bügel T 8, a = 25 cm

Pos. 16 Ringangsplatte

d = 21 cm

Bewehrung T 6, t = 20 cm

unten und oben zum Fußboden hin

Pos. F1 Einzelfundamente

Belastung

Eigengewicht 2,5 t

Rahmenstiel 26,5 t

Q = 29,0 t

H = 2,0 t

Daraus Moment auf Gründungssohle

bezogen M = 2,0 · 0,9 = 1,8 tm

Fläche F = 1,3² = 1,69 m²

Bodenpressung

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{29}{1,69} \pm \frac{1,8 \cdot 6}{1,3 \cdot 1,3} \\ &= 17 \pm 6 \\ &= \frac{23}{11} \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\max \sigma = 2,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{0,45}{0,3} = 1,5 > 1,41$$

bei B 160

Pos. F 2 Streifenfundamente unter den Hallen-
stirnwänden

Belastung

Eigengewicht 0,7 t/m

Mauerwerk $0,49 \cdot 1,8 \cdot 6,8 = 6,0$ "

Dachplatte Pos. 1 $0,6 \cdot \frac{1,5}{2} = 0,5$ "

Dachplatte Pos. 6 $0,5 \cdot \frac{4,5}{2} = 1,1$ "
 $q = 8,3 \text{ t/m}$

Breite $b = 0,75 \text{ m}$, $d = 0,45 \text{ m}$

Bodenpressung

$$\sigma = \frac{8,3}{0,75} = 1,1 \text{ kg/cm}^2$$

Pos. F 3 Streifenfundamente unter den
Hallenlängswänden

Belastung

Eigengewicht 0,5 t/m

Mauerwerk $0,37 \cdot 1,8 \cdot 4,0 = 2,7$ "

Dachplatte Pos. 7 $0,64 \cdot \frac{5,15}{2} = 1,7$ "
 $q = 4,9 \text{ t/m}$

Breite $b = 0,5 \text{ m}$

Bodenpressung

$$\sigma = \frac{4,9}{0,5} = 1,0 \text{ kg/cm}^2$$

Pos. F 4 Streifenfundament unter den Anbau-
außenwänden

Belastung

Eigengewicht 0,5 t/m

Mauerwerk $0,37 \cdot 1,8 \cdot 3,0 = 2,0 \text{ "}$

Dachplatte Pos. 7 $0,64 \cdot \frac{5,15}{2} = 1,7 \text{ "}$

$q = 4,2 \text{ t/m}$

Breite $b = 0,5 \text{ m}$

$$\sigma = \frac{4,2}{0,5} = 0,8 \text{ kg/cm}^2$$

Pos. F 5 Streifenfundament unter den Anbau-
innenwänden

Belastung

Eigengewicht 0,4 t/m

Mauerwerk $0,24 \cdot 1,8 \cdot 3,0 = 1,3 \text{ "}$

Dachdecke Pos. 5,6 $0,5 \cdot 4,5 = 2,3 \text{ "}$

$q = 4,0 \text{ t/m}$

Breite $b = 0,45 \text{ m}$

$$\sigma = \frac{4,0}{0,45} = 0,9 \text{ kg/cm}^2$$

Berechnender Ingenieur

Dr.-Ing. Hans Muggenburg

Duisburg-Hamborn, im Oktober 1961

Duisburg-Hamborn, Weber Straße 16

Pos.17 Kellerdecke

Stützweite $l = 2,45 \text{ m}$

Belastung

Eigengewicht $0,15 \cdot 2,4 = 0,36 \text{ t/m}^2$

Belag $0,2 \text{ "}$

Verkehrslast $0,5 \text{ "}$

$$q = \underline{1,06 \text{ t/m}^2}$$

$$\max M = \frac{1,06 \cdot 2,45^2}{8} = \underline{0,8 \text{ tm}}$$

Bemessung

$$d = \underline{0,15 \text{ m}}, \quad h = \underline{13 \text{ cm}}$$

$$k_n = \frac{13}{0,8} = 14,6 \quad 50/2400$$

$$f_e = \frac{0,45 \cdot 0,8}{0,13} = \underline{2,8 \text{ cm}^2}$$

// gewählt im Feld T Ø 8, t = 18 cm $= \underline{2,8 \text{ cm}^2/\text{m}}$

Zur Bodenplatte hin oben 1/2 aufgebogen

Zulage T Ø 8, t = 36 cm

// Neben der Öffnung 2 T Ø 16

Pos. 18 Kragplatte am Kanal

Kraglänge $l = 1,0 \text{ m}$

Belastung

Eigengewicht $0,1 \cdot 2,4 = 0,24 \text{ t/m}^2$

Verkehrslast $0,5 \text{ "}$

$q = 0,74 \text{ t/m}^2$

Einzellast am Kragende

Mauerwerk $0,24 \cdot 0,9 \cdot 1,8 = 0,4 \text{ t/m}$

$$\min M = - \frac{0,74 \cdot 1,0^2}{2} - 0,4 \cdot 1,0$$

$$= - 0,4 - 0,4 = - 0,8 \text{ tm}$$

Bemessung

$d = 0,1 \text{ m}$, $h = 8 \text{ cm}$

$$k_n = \frac{8}{0,8} = 9 \quad 80/2400$$

$$f_e = \frac{0,47 \cdot 0,8}{0,08} = 4,7 \text{ cm}^2$$

gewählt T Ø 10 , $t = 15 \text{ cm} = 5,2 \text{ cm}^2$



Beratender Ingenieur
Dr.-Ing. Hans Muggenburg
Duisburg-Altenhorn, Wescher Straße 18
Hans Muggenburg