

S t a t i s c h e B e r e c h n u n g

zum Hochbehälter Buchwald , $J = 1000 \text{ m}^3$ der Stadt Aulendorf

1.0 Berechnungsgrundlagen:

- 1.1 Auftrag durch Ing.-Büro Assfalt und Gaspard, Ravensburg
- 1.2 Plan i.M. 1:50
- 1.3 DIN 1045, 1055
- 1.4 "ARISTO-Stahlbeton" Rechenstab
- 1.5 Bodenpressung: $\sigma_{zul.} = 2,5 \text{ kp/cm}^2$, wird nachgeprüft
- 1.6 Material:

Betongüte B 225
Korntrennung 0-7, 7-30
Zementgehalt 300 kg/m³ f.B.
Betonstahl III b
Baustahlgewebe

- 1.7 Zul. Spannungen für den Behälter
für Bauteile mit wasserbenetzten Flächen ohne Putz und Isolierung
zur Vermeidung von Haarrissen
 $\sigma_b \leq 48 \text{ kp/cm}^2$ bei $\sigma_e = 2400 \text{ kp/m}^2$
 $\sigma_b \leq 50 \text{ " " " } \sigma_e = 2800 \text{ " " "$

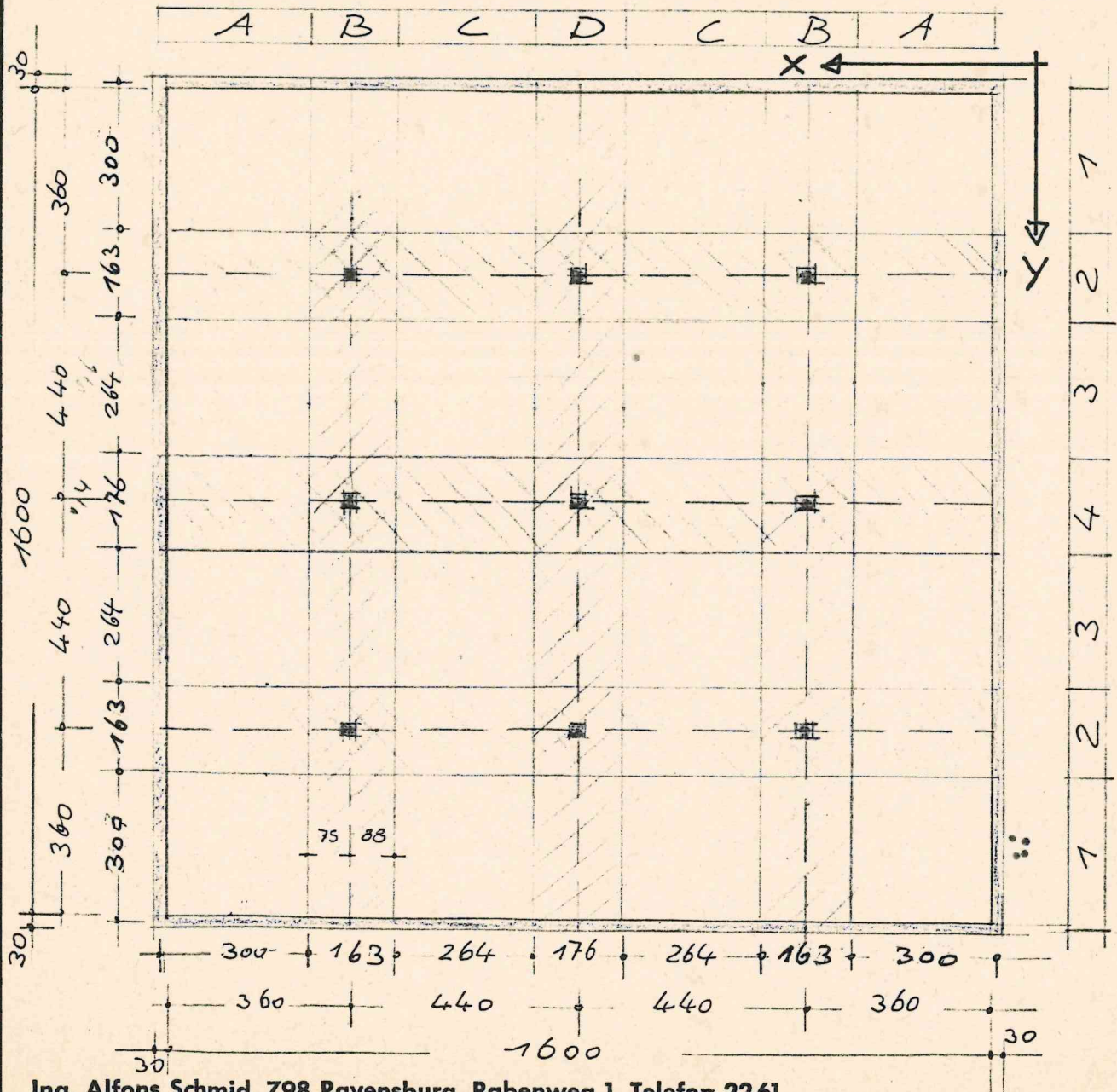
Für verputzte und Isolierte Betonteile gelten die Spannungen
gemäss DIN 1045

Berechnung :

Pos. 1: Behälterdecke, $d = 30 \text{ mm}$

1.1 System

Die Decke wird als Plattendecke ohne Säulenköpfe ausgeführt. Sie liegt auf der Mauerwand gelenkig auf, die Stützen werden als starr in das Fundament eingespannt angenommen.



1.2 Belastung

Die Behälterdecke ist mit einer 0,90 m starken Erdschicht angedeckt. Diese Erdschicht ist in drei gleichmässigen Lagen aufzubringen. Die Behälterdecke wird nicht befahren oder sonstigen Wechselbelastungen beansprucht. Für Schnee und Begasung wird eine Gleichlast von 300 kg/m^2 eingesetzt.

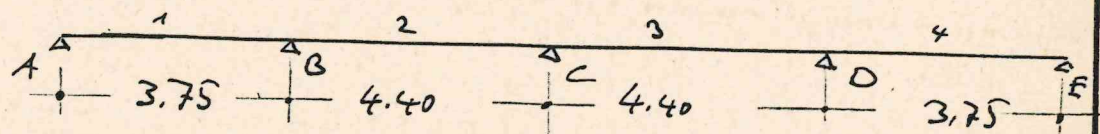
Platte	0,30 · 2,5	= 0,750 kg/m^2
Isolierung		= 0,050 "
Gefällebeton	0,15 · 2,3	= 0,350 "
Erde	0,90 · 1,8	= 1,620 "
		<hr/>
		$g = 2,770$ "
aufgerundet		$g = 2,800 \text{ kg/m}^2$
		$p = 0,300$ "
		<hr/>
		$q = 3,100$ "

1.3 Schnittgrössen

x und y - Richtung

1.31 Balkenbreite 4,40 m

$$\bar{q} = 4,40 \cdot 3,100 = 13,62 \text{ kg/m}$$



Momente nach „Linas“ 1:1,2:1,2:1

$$\max M_1 = 4,40 \cdot 0,0712 \cdot 3,100 \cdot 3,75^2 = 4,4 \cdot 3,12 \text{ Tgm}$$

$$\max M_2 = 4,40 \cdot 0,0593 \cdot 3,100 \cdot 3,75^2 = 4,4 \cdot 2,58 \text{ ..}$$

$$M_3 = -4,40 \cdot 0,1226 \cdot 3,100 \cdot 3,75^2 = -4,4 \cdot 5,35 \text{ ..}$$

$$M_C = -4,40 \cdot 0,1187 \cdot 3,100 \cdot 3,75^2 = -4,4 \cdot 5,18 \text{ ..}$$

halber Gurtstreifen $b = 0,2 \cdot 4,40 = 0,88 \text{ m}$

$$M_1 = 4,4 \cdot 3,12 \cdot 0,275 = 4,4 \cdot 0,86 \text{ Tgm/0,88 m} \hat{=} 4,30 \text{ Tgm/m}$$

$$M_2 = 4,4 \cdot 2,58 \cdot 0,275 = 4,4 \cdot 0,71 \text{ ..} \hat{=} 3,55 \text{ ..}$$

$$M_3 = -4,4 \cdot 5,35 \cdot 0,375 = -4,4 \cdot 2,01 \text{ ..} \hat{=} -10,05 \text{ ..}$$

$$M_C = -4,4 \cdot 5,18 \cdot 0,375 = -4,4 \cdot 1,94 \text{ ..} \hat{=} -9,70 \text{ ..}$$

Feldstreifen $b = 0,6 \cdot 4,40 = 2,64 \text{ m}$

$$M_1 = 4,4 \cdot 3,12 \cdot 0,45 = 4,4 \cdot 1,41 \text{ Tgm/2,64 m} \hat{=} 2,35 \text{ Tgm/m}$$

$$M_2 = 4,4 \cdot 2,58 \cdot 0,45 = 4,4 \cdot 1,16 \text{ ..} \hat{=} 1,94 \text{ ..}$$

$$M_3 = -4,4 \cdot 5,35 \cdot 0,25 = -4,4 \cdot 1,34 \text{ ..} \hat{=} -2,26 \text{ ..}$$

$$M_C = -4,4 \cdot 5,18 \cdot 0,25 = -4,4 \cdot 1,29 \text{ ..} \hat{=} -2,15 \text{ ..}$$

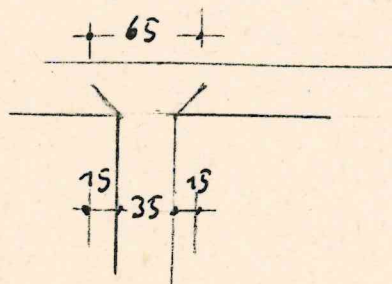
Gurtmoment M_3 und M_C am Schnitt im
Abstand von $d/2$ von der Stütze

$$B = 4,40 \cdot 3,100 \cdot \frac{3,25 + 4,40}{2} = 55,8 \text{ Tg}$$

$$\text{auf 1 Gurtstreifen: } B = 55,8/2 = 27,9 \text{ Tg}$$

auf $1/2$ Gurtstreifen

$$B' = 55,8/4 = 14 \text{ Tg}$$



$$\Delta M = \frac{14 \cdot 0,65}{4} = 2,27 \text{ Tg/0,88 m} \hat{=} 2,58 \text{ Tgm/m}$$

$$\max M'_3 = -4,4 \cdot 2,01 + 2,27 = -6,58 \text{ Tgm/0,88 m} \hat{=} -7,46 \text{ Tgm/m}$$

$$C' = 4,40^2 \cdot 3,1/4 = 75 \text{ Mg}$$

$$\max M_c' = - 4,4 \cdot 1,94 + \frac{15 \cdot 0,65}{4} = - 6,06 \text{ Mg/m} / 0,88 \\ \hat{=} - 6,88 \text{ Mg/m/m}$$

1.32 Balkenbreite 3,75 m

$$M_1 = 3,75 \cdot 3,12 \text{ Mg}$$

$$M_2 = 3,75 \cdot 2,58 \text{ Mg}$$

$$M_B = - 3,75 \cdot 5,135 \text{ Mg}$$

$$M_C = - 3,75 \cdot 5,18 \text{ Mg}$$

halber Gurtstreifen $b = 0,2 \cdot 3,75 = 0,75 \text{ m}$

$$M_1 = 3,75 \cdot 0,96 \text{ Mg} / 0,75 \text{ m} \hat{=} 4,30 \text{ Mg/m}$$

$$M_2 = 3,75 \cdot 0,71 \text{ " } \hat{=} 3,55 \text{ "}$$

$$M_B = - 3,75 \cdot 2,101 \text{ " } \hat{=} - 10,05 \text{ "}$$

$$M_C = - 3,75 \cdot 1,94 \text{ " } \hat{=} - 9,70 \text{ "}$$

Feldstreifen $b = 0,8 \cdot 3,75 = 3,01 \text{ m}$

$$b' = 0,6 \cdot 3,75 = 2,25 \text{ m}$$

$$M_1 = 2,35 \text{ Mg/m} (3,75 \cdot 1,41 \text{ Mg/m} / 2,25 \text{ m})$$

$$M_2 = 1,94 \text{ " } (\text{ " } \cdot 1,16 \text{ " })$$

$$M_B = - 2,26 \text{ " } (\text{ " } \cdot 1,34 \text{ " })$$

$$M_C = - 2,15 \text{ " } (\text{ " } \cdot 1,29 \text{ " })$$

Gurtmomente $M_B + M_C$ am Schnitt im Abstand
von $d/2$ von der Stütze

$$B' = \frac{3,10}{8} \cdot 3,75 (4,40 + 3,73) = 11,9 \text{ Mg}$$

$$M_B' = - 10,05 + \frac{11,9 \cdot 0,65}{4 \cdot 0,75} = - 10,05 + 2,57 = - 7,48 \text{ Mg/m/m}$$

Bei Feldstreifen 1 wird als erf. fe 75% des rechnerisch
erf. fe eingesetzt (gemäss DIN 1045)

Streifen	Schnitt	M kNm	h cm	σ_b kp/cm ²	erf. fe cm ² /m	Bewehrung $\alpha = 20$ cm	vorh. fe cm ² /m
x-Richtung	1	A 2,35	25,5	39	3,1	$\bar{\phi} 10$	3,93
		B -2,26	26,5	37	2,85	$\bar{\phi} 10$	3,93
		C 1,94	25,5	35	2,52	$\bar{\phi} 8/10$	3,22
		D -2,15	26,5	36	2,72	$\bar{\phi} 10$	3,93
	2	A 4,30	25,5	56	7,73	$\bar{\phi} 12/18$	9,18
		B -7,48	26,5	75	13,2	$\bar{\phi} 18$	12,72
		C 3,55	25,5	50	6,3	$\bar{\phi} 10/18$	8,32
		D -6,88	26,5	71	12,1	$\bar{\phi} 18$	12,72
	3	A 2,35	25,5	39	4,12	$\bar{\phi} 12$	5,65
		B -2,26	26,5	37	3,8	$\bar{\phi} 10/12$	4,79
		C 1,94	25,5	35	3,4	$\bar{\phi} 10$	3,93
		D -2,15	26,5	36	3,6	$\bar{\phi} 10$	3,93
	4	A 4,30	25,5	56	7,73	$\bar{\phi} 12/18$	9,18
		B -7,48	26,5	75	13,2	$\bar{\phi} 18$	12,72
		C 3,55	25,5	50	6,3	$\bar{\phi} 10/18$	8,32
		D -6,88	26,5	71	12,1	$\bar{\phi} 18$	12,72

1.5 Schubprüfungsnachweis

$$P = 3,10 \cdot 4,40^2 = 60,00 \text{ Tg}$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{60000}{4 \cdot (35 + 30) \cdot 27 \cdot 0,9} = 9,5 \text{ kg/cm}^2 < 18$$

$$F_{4T} = \frac{60000}{\sqrt{2} \cdot 2,14 \cdot 4} = 4,4 \text{ cm}^2$$

$$3 \bar{\phi} 14 = 4,62 \text{ ja Richtung}$$

$$M_c^I = -6,8 \text{ t/m} \cdot \text{m}$$

1.4 Bewehrung

B 225 I BSt III b

Die Stäbe werden wie folgt verlagert:

untere Lage : Gurtstäben y-Richtung
" " x-Richtung
2. Lage : Feldstäben x- "
" " y- "

Betondeckung: Deckenunterseite 2,5 cm
Deckenoberseite 1,5 cm

$h \approx 25,5 \text{ cm}$ für untere Bewehrung

$h \approx 26,5 \text{ cm}$ für obere Bewehrung

$\sigma_b = 80 \text{ kg/cm}^2$ für Feldbewehrung *)

$\sigma_b = 80$ " " Stützenbewehrung, da

die Zugzone über dem Stützen auf der Decken-
oberseite liegt und Haarrisse nur oben auf-
treten können. Auf die Dichtigkeit des
Behälters hat das jedoch keinen Einfluss, da
die Decke von oben isoliert ist.

50% der Bewehrung der Gurtstäben über
den Stützen ist auf eine Breite von

$$b = 35 + 2 \cdot 30 = 95 \text{ cm} \text{ einlegen}$$

Bewehrungstabellen siehe Seite 8

Bewehrung für die y-Richtung entspricht
der Bewehrung für die x-Richtung

*) keine wasserbenetzte Fläche

Pos. 2: Behälterstützen 35/35 cm

2.1 System:

Stahlbetonstützen oben und unten eingespannt. Die Bemessung erfolgt für alle Stützen gleich nach der max. Belastung. Die in den Stützen auftretenden Momente sind im Verhältnis zu den Stützenlasten sehr gering, sodass mit mittigem Durch gerechnet werden kann.

$$\max s_n = 4,50 \text{ m} , \lambda = 450/35 = 13 , \alpha = 1,0$$

2.2 Belastung:

Pos. 1

$$\text{Stütze } 0,35^2 \cdot 4,50 \cdot 2,5$$

$$= 60,00 \text{ kg}$$

$$= 1,40 \text{ kg}$$

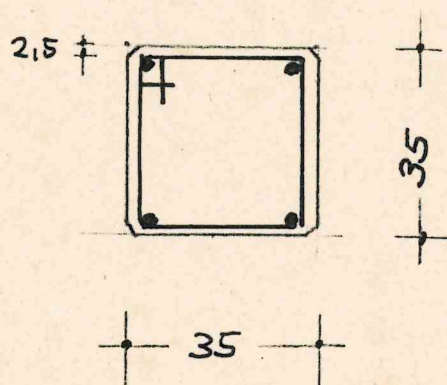
$$P = 61,40 \text{ kg}$$

$$\underline{4 \cdot \bar{\phi} 18} = 10,18 \text{ cm}^2$$

$$B_{\text{St}} R 131$$

$$\sigma_{\text{St}} = 0,008 \cdot 35^2 = 9,8 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{zul}} = 79,63 + 14,25 = 93,88 \text{ kg}$$



Pos. 3: Stützenfundamente B225

$$\sigma_{zul} = 2,50 \text{ kg/cm}^2$$

$$180 \cdot 180 \cdot 50 \text{ cm}$$

3.1 System

kreuzweise bewehrte Stahlbetonplatte nach
„Hahn“ Kapitel 7, Anlage 65

3.2 Belastung:

$$\text{Pos. 2} = 61,40 \text{ kg}$$

$$\text{Fundament } 1,80^2 \cdot 0,16 \cdot 2,5 = 4,85 \text{ kg}$$

$$P = 66,25 \text{ kg}$$

$$\text{Wasseranplast } 4,15 \text{ cm} = 0,415 \text{ kg/cm}^2$$

3.3 Bodenpressung:

$$\sigma = \frac{66 \cdot 250}{180 \cdot 180} + 0,415 = 2,46 \text{ kg/cm}^2$$

3.4 Schnittkräfte, Bewehrung

$$\xi = 35/180 = 0,195$$

$$K_1 = 61,40 \cdot 0,1805 = 49,5 \text{ kg}$$

$$\min. d = 4,9 \cdot \sqrt{49,5} = 35 \text{ cm} < 50 \text{ cm}$$

$$I_{ex} = I_{ey} = 613 \cdot 49,5/50 = 6,23 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\phi 10 \text{ alle } 12 \text{ cm i.M.} = 6,54 \text{ cm}^2$$

$$d_1 = 12 \cdot 0,75 = 9,0 \text{ cm}$$

$$d_2 = 18 \text{ cm}$$

$$m_{a\bar{L}_0} = \frac{61400}{4 \cdot (35 + 50) \cdot 47.0A} = 4.27 \text{ kpl cm}^2$$

$$\text{erf. Schubbewehrung: } f_c = \frac{61400}{4 \cdot 2400 \cdot \sqrt{2}} = 4.5 \text{ cm}^2$$

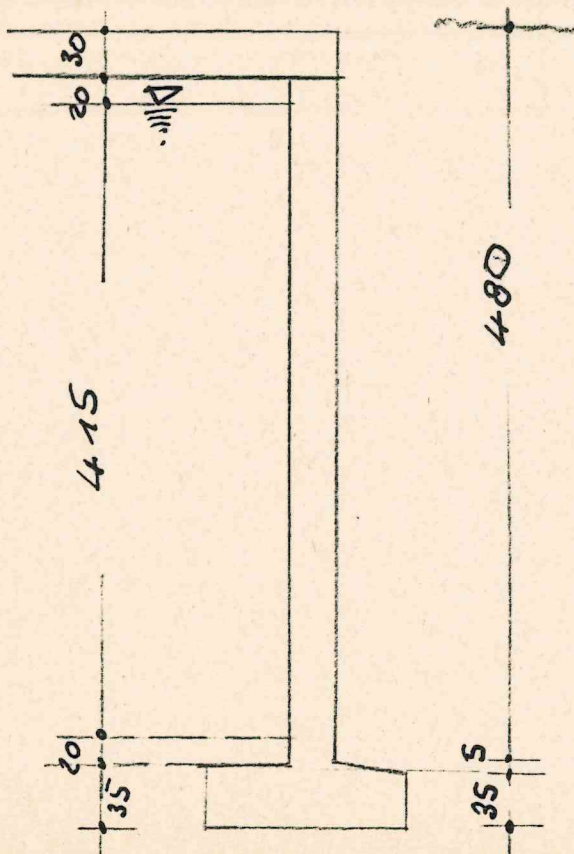
$$\simeq \underline{3\phi 14} = 4.62 \text{ cm}^2 \quad \text{j4 Richtung}$$

Pos. 4: Behälteraußenwand

$$d = 30 \text{ cm}$$

4.1 System

Stahlbetonwand oben gelenkig gelagert,
unten ins Fundament eingespannt. Zur
Berechnung des Feldmomentes werden
nur 80% Einspannung zugrunde gelegt.



4.2 Belastung:

Bodenwache

$$q = 0,500 \text{ kg/m}^2$$

$$\rho = 30^\circ$$

$$\gamma = 2,00 \text{ kg/m}^3$$

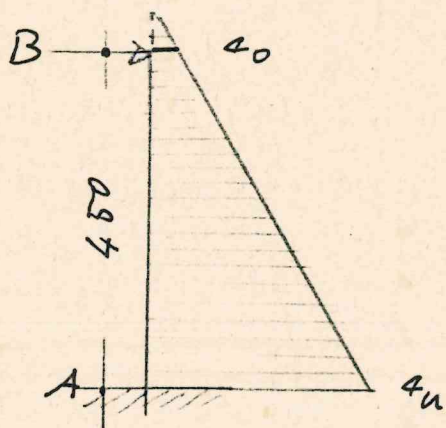
$$k_1 = 0,666 \text{ kg/m}^3$$

$$h' = 0,500 / 2,00 = 0,25 \text{ m}$$

Wasserdruk : $\max W = 4,15 \text{ kg/m}^2$

4.3 Schnittgrößen

4.31 Erddruck



$$q_0 = 0,55 \cdot 0,666 = 0,37 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 5,05 \cdot 0,666 = 3,36 \text{ "}$$

$$\Delta q = 2,99$$

$$E = \frac{0,37 + 3,36}{2} \cdot 4,50 = 8,40 \text{ kg}$$

$$M_A = -0,37 \cdot 4,50^2 / 8 - 2,99 \cdot 4,50^2 / 15 =$$

$$= -0,94 - 4,03 = -4,97 \text{ kgm/m}$$

$$M_A' = -0,180 \cdot 4,97 = -3,97 \text{ kgm/m}$$

$$Q_A = \frac{5}{8} \cdot 0,37 \cdot 4,50 + \frac{2}{5} \cdot 2,99 \cdot 4,50 = 1,05 + 5,37 =$$

$$= 6,42 \text{ kg/m}$$

$$Q_B' = Q_B - M_A' / \rho = 0,37 \cdot 4,50 / 2 + \frac{1}{6} \cdot 2,99 \cdot 4,50 - \frac{3,97}{4,50}$$

$$= 0,84 + 2,24 - 0,88 = 2,20 \text{ kg}$$

$$Q_x = 0 = 2,20 - 0,37x - 2,99 \cdot \frac{x^2}{4,50 \cdot 2}$$

$$2,20 - 0,37x - 0,33x^2 = 0$$

$$x^2 + 1,11x - 6,60 = 0$$

$$x = 2,19 \text{ m}$$

$$M_F = 2,20 \cdot 2,19 - 0,37 \cdot 2,19^2 / 2 - 2,99 \cdot 2,19^3 / 4,50 \cdot 6$$

$$= 4,80 - 0,89 - 1,15 = 2,76 \text{ Mg}$$

4.32 Wasserdruk

$$M_A = - \frac{4,15 \cdot 4,50^2}{15} = - 5,60 \text{ Mg}$$

$$M_A' = - 0,80 \cdot 5,60 = - 4,50 \text{ Mg}$$

$$Q_A = \frac{2}{5} \cdot 4,15 \cdot 4,50 = 7,47 \text{ Mg/m}$$

$$Q_B = \frac{1}{10} \cdot 4,15 \cdot 4,50 = 1,87 \text{ "}$$

$$Q_B' = \frac{1}{6} \cdot 4,15 \cdot 4,50 - \frac{4,50}{4,50} = 2,12 \text{ Mg/m}$$

$$Q_x = 0 = 2,12 - 4,15 \cdot x^2 / 2 \cdot 4,5$$

$$x = \sqrt{2,12 \cdot 2,17} = 2,15 \text{ m}$$

$$M_F = 2,12 \cdot 2,15 - \frac{4,15 \cdot 2,15^3}{4,50 \cdot 2 \cdot 3} = 3,02 \text{ Mg}$$

4.4 Bemessung

B 225 BSt III b u. IV b

a) Erdruk Feldbehälter

Normalkraft ohne Erde:

$$\text{Decke } P_1 = 0,750 \cdot 3,75 / 2 = 1,40 \text{ Mg/m}$$

$$\text{Wand } P_2 = 0,30 \cdot 1,76 \cdot 2,15 = 1,132 \text{ "}$$

$$N = 2,72 \text{ "}$$

$$M_4 = 2,70 + 2,22 \cdot 1,12 = 3,03 \text{ Mg}$$

$$h = 30 - 1,5 - 1 = 27,5 \text{ m}$$

$$45/2800$$

$$K = 6,5$$

$$f_e = 4,23 - 2,72/2,8 = 3,26 \text{ cm}^2/\text{m}$$

innen R 377

b) Wasserdurch - Feldbewehrung

$$M_d = 2,90 + 2,72 \cdot 0,12 = 3,23 \text{ kg}$$

$$h = 30 - 2,5 - 1 = 26,5 \text{ m}$$

$$48/2800 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 517$$

$$f_e = 4,66 - 2,72/2,8 = 3,69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

außen R 377

c) Einspannbewehrung

$$\max M = 5,60 \text{ kg}$$

Dache

$$= 1,40 \text{ kg/m}$$

$$\text{Wand } 0,30 \cdot 4,50 \cdot 2,5$$

$$= 3,38 \text{ "}$$

$$4,78 \text{ "}$$

$$M_d = 5,60 + 4,78 \cdot 0,12 = 6,17 \text{ kg}$$

$$h = 30 - 2,5 - 1 = 27,5 \text{ m}$$

$$63/2400$$

$$K = 2,7$$

$$f_e = 10,2 - 4,78/2,4 = 8,12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

außen und innen $\Phi 14$ alle 18 cm

$$f_e = 8,55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

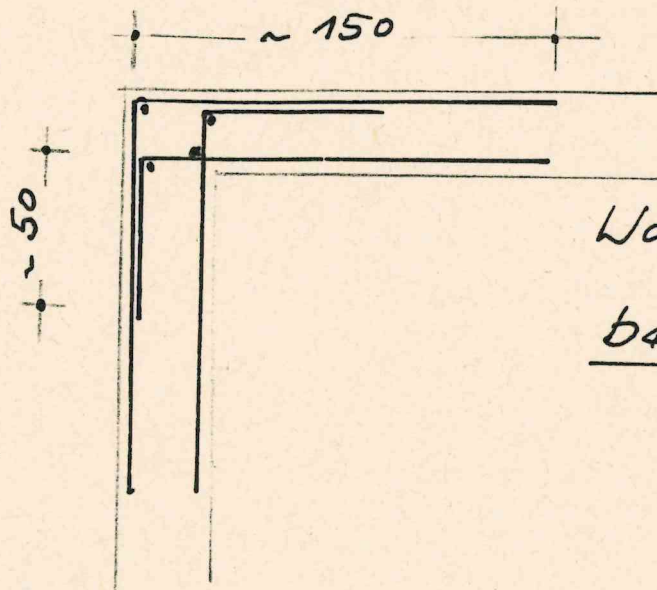
Betondeckung:

Wandinnen seite

1,5 cm + Putz

Wandaußen seite

2,5 cm

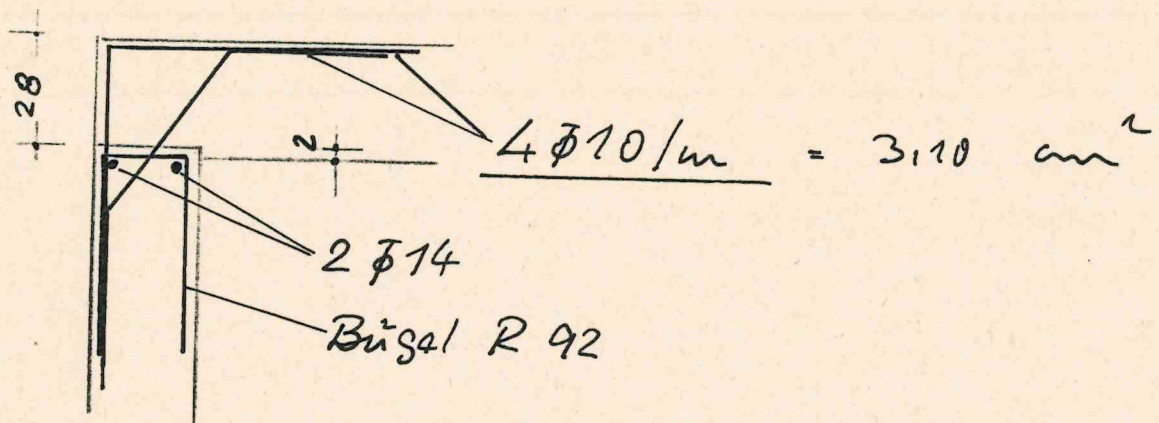


Wanddeckbewehrung

beidseitig $\Phi 12$ alle 20 cm

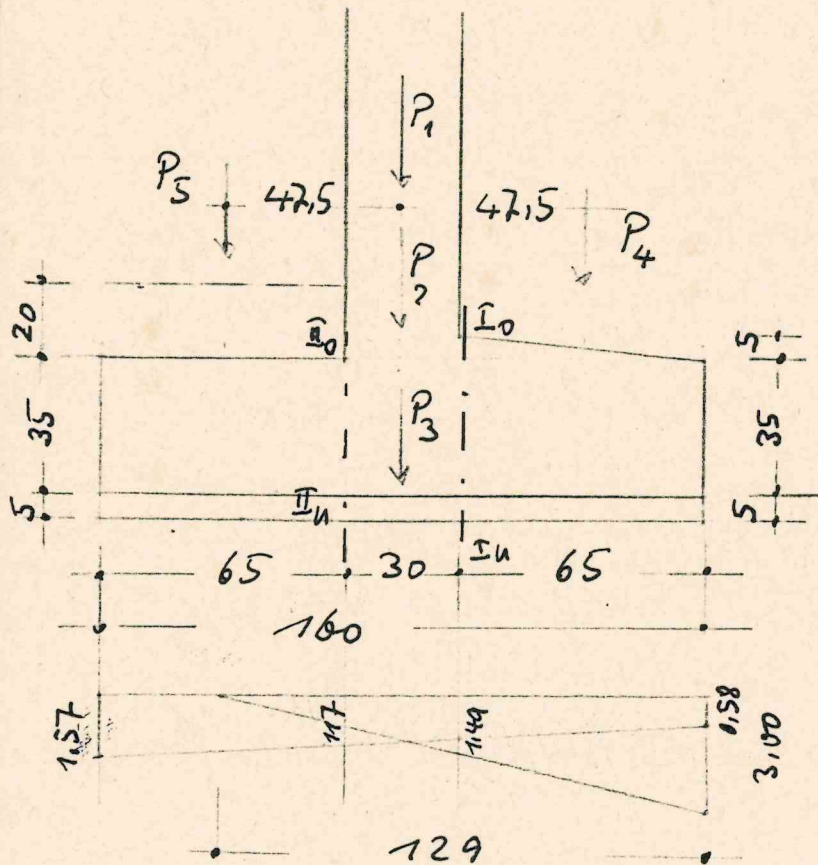
Auflager an der Behälterdecke:

$$a_{fl} = 2,12 \cdot \sqrt{2} / 2,4 = 1,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Pos. 5: Behälterwandfundament

5.1 System



5.2 Belastung

Momente : infolge Erddruck $M_E = + 4,97 \text{ kgm}$
 infolge Wasserdruk $M_W = - 5,60 \text{ kgm}$

Vertikallasten : (Behälter angedacht)

- | | | |
|--------------|------------------------------|-----------------------|
| 1) Decke | $3,10 \cdot 3,75 / 2$ | $= 5,82 \text{ kg/m}$ |
| 2) Wand | | $= 3,38 \text{ "}$ |
| 3) Fundament | $0,35 \cdot 1,60 \cdot 2,5$ | $= 1,40 \text{ "}$ |
| 4) Erde | $0,65 \cdot 4,80 \cdot 2,0$ | $= 6,25 \text{ "}$ |
| 5) Wasser | $0,65 \cdot 4,15 \cdot 1,00$ | $= 2,70 \text{ "}$ |

$\Sigma N_{1-5} = 19,55 \text{ "}$

$\Sigma 1-4 = 16,85 \text{ kg/m}$

Lastfall a: Behälter voll

$$\begin{aligned} M_0 &= - 5,60 \text{ kg/m} \\ M_{P_4} &= 6,25 \cdot 0,475 = - 2,97 \text{ " } \\ M_{P_5} &= - 2,70 \cdot 0,475 = + 1,28 \text{ " } \\ &\quad - 7,29 \text{ " } \end{aligned}$$

$$N_a = 19,55 \text{ kg/m}$$

$$a = \frac{7,29}{19,55} = 0,37 \text{ m} > 160/6 = 27$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 19550}{3 \cdot (80 - 37) \cdot 100} = 3,0 \text{ kg/cm}^2 < 1,3 \cdot 2,5 = 3,25$$

$$x = 3 \cdot (80 - 37) = 129 \text{ cm}$$

Lastfall b: Behälter leer

$$\begin{aligned} M_0 &= + 4,97 \text{ kgm/m} \\ M_{P_4} &= - 2,97 \text{ " } \\ &\quad + 2,00 \text{ " } \end{aligned}$$

$$N_b = 16,85 \text{ kg/m}$$

$$a = \frac{2,00}{16,85} = 0,12 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{16850}{100 \cdot 160} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 12}{160}\right) = 1,05 \cdot (1 \pm 0,45)$$

$$\sigma_i = 1,05 \cdot 1,45 = 1,57 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_a = 1,05 \cdot 0,55 = 0,58 \text{ kg/cm}^2$$

5.3 Schnittgrößen

$$M_{I_0} = 6,25 \cdot 0,325 = 2,03 \text{ kg}$$

$$M_{I_u} = \frac{3,0 + 14,9}{2} \cdot 0,165^2 = 4,75 \text{ kg}$$

$$M_{II0} = 2,70 \cdot 0,325 = 0,877 \text{ kg}$$

$$M_{IIu} = (11,70 + 15,70) 0,65^2 / 4 = 2,90 \text{ kg}$$

S.4 Bemessung: B225, BSt IIb

M_{Iu}, M_{IIu}

$$\max M = 4,75 \text{ kg}$$

$$h = 35 - 2 - 1 = 32 \text{ cm}$$

$$45/2400$$

$$K = 4,8$$

$$f_e = 6,7 \text{ cm}^2$$

$$\text{vorhanden } \Phi 14 \text{ alla } 18 \text{ cm} = 8,55 \text{ cm}^2$$

$$VE \ 4 \ \Phi 10 / m$$

M_{I0}, M_{II0}

$$\max M = 2,03 \text{ kg}$$

$$h = 32 \text{ cm}$$

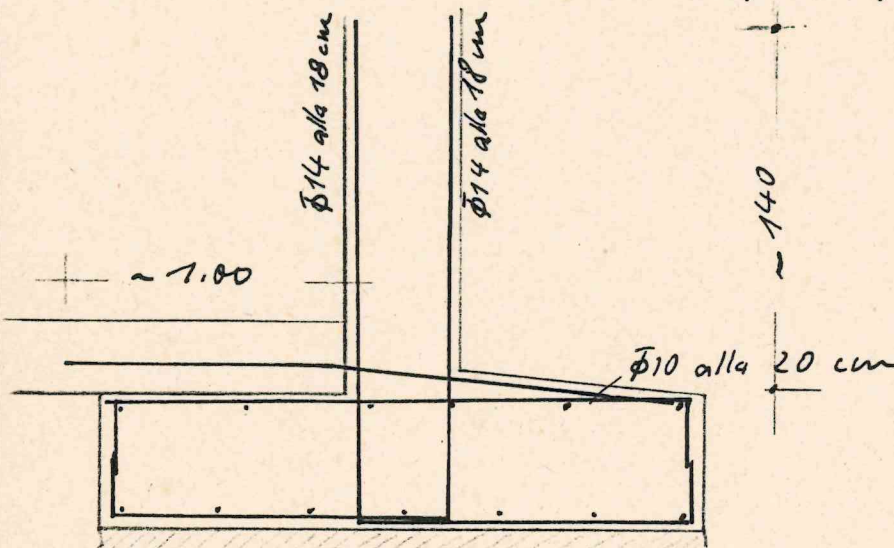
$$< 30/2400$$

$$K = 11,5$$

$$f_e = 2,79 \text{ cm}^2/m$$

$$\text{oben } \Phi 10 \text{ alla } 20 \text{ cm} = 3,93 \text{ cm}^2/m$$

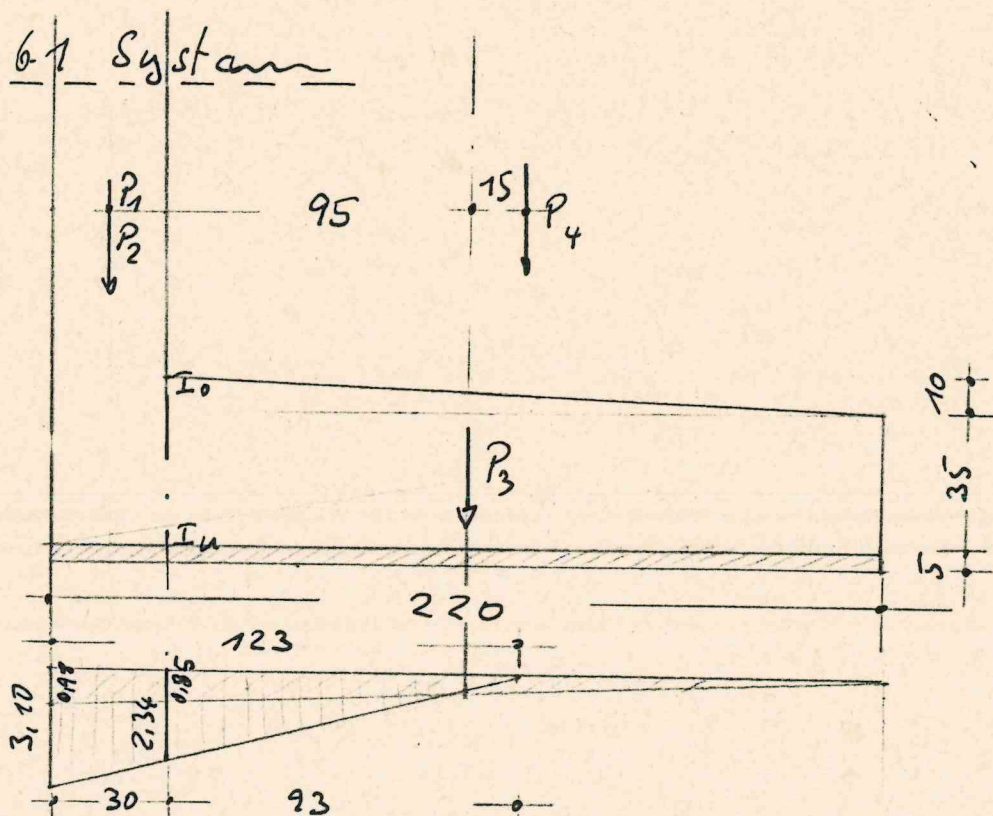
$$VE \ 3 \ \Phi 10 / m$$



zur Aufnahme der H-Kraft infolge
Wasserdruk: $k = \frac{7,47}{2,14} = 3,10 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$\Phi 10 \text{ alle } 20 \text{ cm} = 3,93 \text{ cm}^2$$

Pos. 6: Wandfundament an der Dehnfuge
- für die spätere Erweiterung



6.2 Belastung

Momente: infolge Wasserdruk $M_w = - 5,160 \text{ Nm/m}$

" Erdruk $M_E = 4,197 \text{ Nm/m}$

Verhältnisse (Behälter angedeckt)

1) Dach = 5,82 Nm/m

2) Wand = 3,38 "

3) Fundament $0,35 \cdot 2,20 \cdot 2,5 = 1,92$ "

4) Wasser $1,90 \cdot 4,15 \cdot 1,00 = 7,88$ "

19,00 "

$$\Sigma N_{1-3} = 11,12 \text{ kg/m}$$

Lastfall a) Behälter voll

$$\begin{aligned} M_0 &= -5,60 \text{ kgm/m} \\ M_{P_4} &= 7,88 \cdot 0,15 = +1,18 \text{ „} \\ M_{P_{1+2}} &= 9,2 \cdot 0,95 = -8,70 \text{ „} \\ &= -13,12 \text{ „} \end{aligned}$$

$$a = 0,69 \text{ m}$$

$$c = 110 - 69 = 41 \text{ m} \quad 3 \cdot 41 = 123 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 19000}{3 \cdot 41 \cdot 100} = 3,10 \text{ kg/cm}^2 < 3,25$$

Lastfall b) Behälter leer

$$\begin{aligned} M_0 &= +4,97 \text{ kgm/m} \\ M_{P_{1+2}} &= -8,70 \text{ „} \\ &= -3,73 \text{ „} \end{aligned}$$

$$a = \frac{3,73}{11,12} = 0,34 \text{ m} < 2,20/3 = 0,73 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{11120}{220 \cdot 100} \cdot \left(1 \pm \frac{0,34}{2,20}\right) = < \begin{matrix} 0,98 \text{ kg/cm}^2 \\ 0,035 \text{ „} \end{matrix}$$

6.3 Schnittgrößen

$$M_{Iu} = 23,4 \cdot 0,93^2/6 = 3,38 \text{ kgm/m}$$

$$M_{Io} = 7,88 \cdot 0,95 = 7,50 \text{ kgm/m}$$

nur Bodruck

$$M_{Iu} = -8,50 \cdot 1,90^2/6 = -5,10 \text{ kgm/m}$$

6.4 Bemessung

M_{I0}

$$h = 45 - 2 - 1 = 42 \text{ cm}$$

$$K = 5125 \quad 43/2400$$

$$f_c = 8,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{versch: } \frac{\phi 14 \text{ alle } 18 \text{ cm}}{VE 4 \phi 10/\text{m}} = 8,55 \text{ cm}^2$$

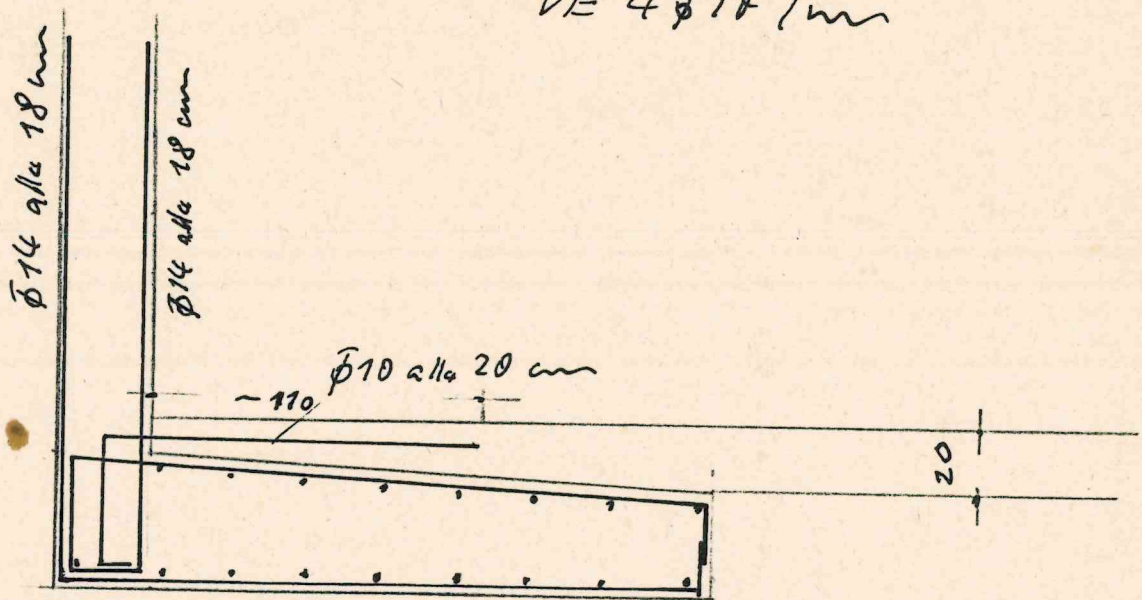
M_{Iu}

$$h = 42 \text{ cm}$$

$$K = 7,8 \quad 35/2400$$

$$f_c = 5,4 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{versch: } \frac{\phi 14 \text{ alle } 18 \text{ cm}}{VE 4 \phi 10/\text{m}} = 8,55 \text{ cm}^2$$



Pos. 7 Behälterboden, d = 20 cm

B 225

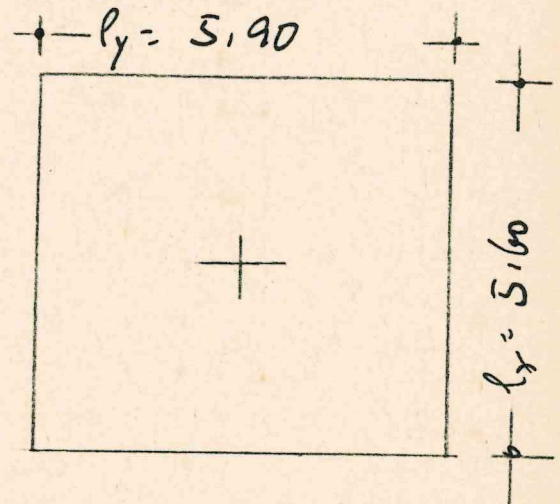
für örtlich mögliche Spannungen konstr.
oben + unten Q 131

Pos. 8: Massivdecke $d = 18 \text{ cm}$

Dachdecke über Bedienungsraum

8.1 System

eingelenkt frei aufliegende
Platte ohne Drillbewehrung
Schnittkräfte nach „Maschen“
 $\xi = 5,90 / 5,10 = 1,05$



8.2 Belastung

Andachung	$0,10 \cdot 2,0$	$\approx 0,200$
Platte	$0,18 \cdot 2,5$	$\approx 0,450 \text{ kg/m}^2$
Gefällebeton i.M	$0,10 \cdot 2,3$	$\approx 0,230 \text{ „}$
Festierung		$\approx 0,028 \text{ „}$
Schneelast, Verkehrsl.		$\approx 0,100 \text{ „}$
		<u>$q = 1,000 \text{ „}$</u>

$$K = 1,000 \cdot 5,90 \cdot 5,10 = 33,0 \text{ kg}$$

8.3 Schnittgrößen

$$M_x = \frac{33,0 \cdot 1,35}{26,1} = 1,71 \text{ kg}$$

$$M_y = \frac{33,0 \cdot 1,135}{28,7} = 1,55 \text{ kg}$$

$$K_x = 0,238 \cdot 33 = 7,9 \text{ kg}$$

$$K_y = 0,262 \cdot 33 = 8,6 \text{ kg}$$

8.4 Bemessung

$$h_x = 18 - 1 - 1 = 16 \text{ cm}$$

$$h_y = 15 \text{ cm}$$

x-Richtung:

$$50/2400$$

$$K = 3,3$$

$$f_x = 4,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\frac{\phi 12 \text{ alla } 20 \text{ cm}}{1/2} = 5,65 \text{ cm}^2$$

y-Richtung:

$$57/2400$$

$$K = 3,2$$

$$f_y = 4,70 \text{ cm}^2$$

$$\frac{\phi 12 \text{ alla } 20 \text{ cm}}{1/2} = 5,65 \text{ cm}^2$$

Pos. 9: Massivdecke, d = 18 cm

Belastung:

$$1,80$$

$$q = 1,000 \text{ kg/m}^2$$

$$M = 1,000 \cdot 1,80^2 / 8 = 0,405 \text{ kg}$$

$$h = 16 \text{ cm}$$

$$< 30/2800$$

$$K = 19$$

$$f = 0,85 \text{ cm}^2$$

$$R 131$$

$$\text{oben } R 131$$

Pos. 10: Attika, b/d = 30/65 cm

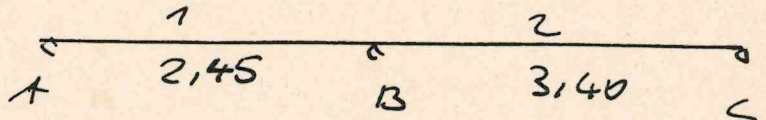
konstr. oben + unten je 3 $\phi 12$

$$Bz R 92$$

Pos. 11: Wandträger über dem Behälter

11.1 System

$$b/d = 25/100 \text{ cm}$$



11.2 Belast

Pos. 9 : $1,000 \cdot 0,90 = 0,900 \text{ kg/cm}$

Sturz $0,25103 \cdot 2,5 = 0,6275 \text{ "}$

Anteil Behälterdecke $\sim 3,156 \text{ "}$

$$q = 4,700 \text{ "}$$

11.3 Schnittgrößen

nach „Anges“ 1: 1,4

$$M_B = - 0,1950 \cdot 4,700 \cdot 2,45^2 = - 5,50 \text{ kg}$$

$$A = 0,305 \cdot 4,700 \cdot 2,45 = 3,50 \text{ kg}$$

$$B = 1,5343 \cdot 4,70 \cdot 2,45 = 17,70 \text{ kg}$$

$$C = 0,5607 \cdot 4,70 \cdot 2,45 = 6,47 \text{ kg}$$

$$\max. Q = 4,700 \cdot 1,70 + \frac{5,50}{3,40} = 9,62 \text{ kg}$$

$$M_1 = 4,700 \cdot 2,45^2 / 14 = 2,02 \text{ kg}$$

$$M_2 = \frac{6,47^2}{2 \cdot 4,700} = 4,45 \text{ kg}$$

11.4 Bewass

BSt IV 6

$$h = 97 \text{ cm}$$

Feld 1: $< 30/2400$

$$K = \sim 40$$

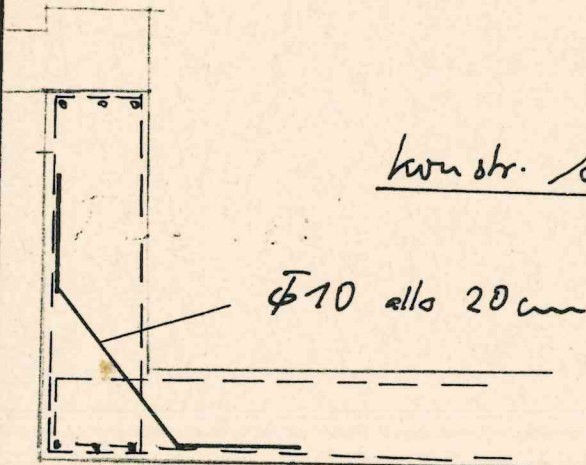
$$F_a = 0,62 \text{ cm}^2$$

Feld 2 : $\leq 30/2400$ $K = 12,6$
 $F_d = 1,97 \text{ cm}^2$

Stütze : $30/2400$ $K = 10$
 $F_d = 2,48 \text{ cm}^2$

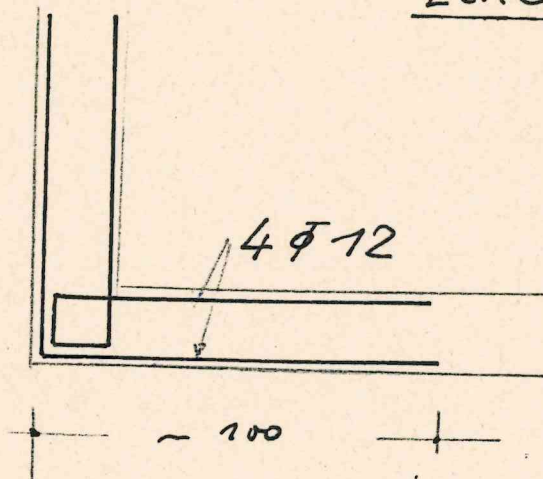
konstr. oben + unten durchgeführt
 je 3 ϕ 14, Bü R 222

Schubnachweis: $\mu_{\text{max}} \cdot \sigma_0 = \frac{9620}{0,9 \cdot 25 \cdot 97} = 4,3 \text{ kg/cm}^2$
 < 7



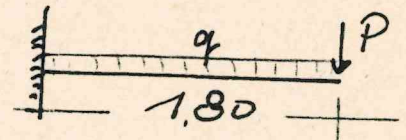
konstr. Anschlussbewehrung zur
Behälterdecke

Eckbewehrung



Pos. 12: Kragträger, bld = 25/100 cm

12.1 System



12.2 Belastung

aus Pos 11: $P = 6,47 \text{ kg}$

Eigengewicht $0,25 \cdot 1,00 \cdot 2,5 = 0,625 \text{ kg/m}$
 Anteil Pos q + Attika $\sim 0,575 \text{ "}$

$q = 1,200 \text{ "}$

$$M = -1,200 \cdot 1,80^2 / 2 - 6,47 \cdot 1,80 = -13,58 \text{ kgm}$$

12.3 Bemessung

$h = 96 \text{ cm}$

BSL 10 b

52/2400

$K = 3,75$

$F_a = 6,40 \text{ cm}^2$

oben 4 $\phi 16 = 8,04 \text{ cm}^2$

unten 2 $\phi 14$, Bst R 222

$F_{s1} = 6,40 \text{ cm}^2$

vorh 1,80 m R 222 = 8,00 cm²

Pos. 13: Einstiegssteg

Boden + Wände d = 20 cm

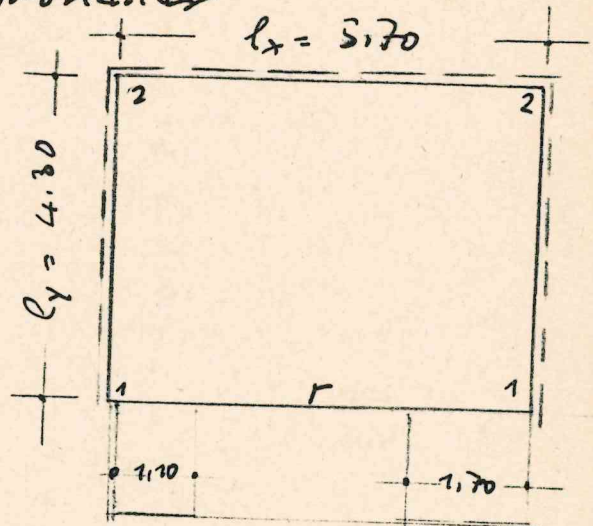
konstr. beidseitig Matte Q 131

Pos. 14: Massivdecke, $d = 20 \text{ cm}$
über dem Rohkeller

14.1 System

Dreiseitig frei gestützte
Platte nach
"Italm" 1965
Tafel 17a

$$\xi = 4,30 / 5,70 = 0,75$$



14.2 Belast

Platte $0,20 \cdot 2,5$

Belast

Nutzlast

$$= 0,500 \text{ kg/m}^2$$

$$\sim 0,100 \text{ ..}$$

$$= 0,500 \text{ ..}$$

$$q = 1,100 \text{ ..}$$

$$K = 1,100 \cdot 4,30 \cdot 5,70 = 2,700 \text{ kg}$$

$$\text{Randlast: } S = 1,100 \cdot 0,70 \cdot 2,80 = 2,16 \text{ kg}$$

14.3 Schnittkräfte

$$M_{xr} = \frac{27,00}{9,1} + \frac{2,16}{4,25} = 3,48 \text{ kg}$$

$$M_{xm} = \frac{27,00}{14,0} + \frac{2,16}{9,5} = 2,16 \text{ kg}$$

$$M_{ym} = \frac{27,00}{31,5} - \frac{2,16}{31,2} = 0,79 \text{ kg}$$

$$M_{xy1} = \pm \frac{27,00}{41} = \pm 0,66 \text{ kg}$$

$$M_{xy2} = \pm \frac{27,00}{12,35} \pm \frac{2,16}{7,7} = \pm 2,47 \text{ kg}$$

14.4 Beurteilung $h = 18 \text{ cm}$

xx $80/2800$ $K = 2,34$

$f_e = 7,7 \text{ cm}^2$

$2 R 443$ $= 8,86 \text{ cm}^2$

seitlich 2 Maschinen Stoßdeckung

xm $60/2800$ $K = 3,9$

$f_e = 4,6 \text{ cm}^2$

$2 R 443$

ym $34/2800$ $K = 10,9$

$f_e = 1,65 \text{ cm}^2$

vosh. $2 \cdot 0,95 = 1,9 \text{ cm}^2$

xy 1 $30/2800$ $K = 13,1$

$f_e = 1,37 \text{ cm}^2$

oben Q 131

unter vosh. $8,86/1,90 \text{ cm}^2$

xy 2 $65/2800$ $K = 3,37$

$f_e = 5,35 \text{ cm}^2$

oben R 443 kreuzweise

$f_e = 5,42 \text{ cm}^2$

unter R 443 in y-Richtung

Einfeldplatten: unter Q 131

zu 14.3 $K_x = 0,1355 \cdot 22,00 = 9,60 \text{ kg}$

$K_y = 0,515 \cdot 22,00 = 13,90 \text{ kg}$

Pos. 15: Fenstersturz, bld = 15/20 cm

Belastung:

2,00

$$\text{aus Pos 14: } \frac{3}{2} \cdot 9,60 / 4,30 = 3,35 \text{ kg/m}$$

$$M = 3,35 \cdot 2,00^2 / 8 = 1,67 \text{ kg}$$

$$h = 17 \text{ cm}$$

$$b = 200 / 4 = 50 \text{ cm}$$

$$70 / 1800$$

$$K = 1,137$$

$$F_a = 6,20 \text{ cm}^2$$

$$\frac{2 \phi 14 + 2 \phi 16}{ME \ 2 \phi 12} = 7,10 \text{ cm}^2, \quad 2 \phi 16$$

$$, \quad B_{\text{I}} \ R222$$

Nachgelagern in der Decke $2 \times 2 \phi 16$

Pos. 16: Kragstutzen, d = 12 cm

$$b/d = 25/12 \text{ cm}$$

$$\text{Belastung } q = P = 0,200 \text{ kg}$$

$$1,110 \quad \downarrow P=200$$

$$\text{Stab } 0,25 \cdot 0,12 \cdot 2,5 = 0,075 \text{ kg/m}$$

$$\text{max } M = -200 \cdot 1,110 + 0,075 \cdot 1,110^2 / 2 = -0,265 \text{ kgm}$$

$$h = 9 \text{ cm}$$

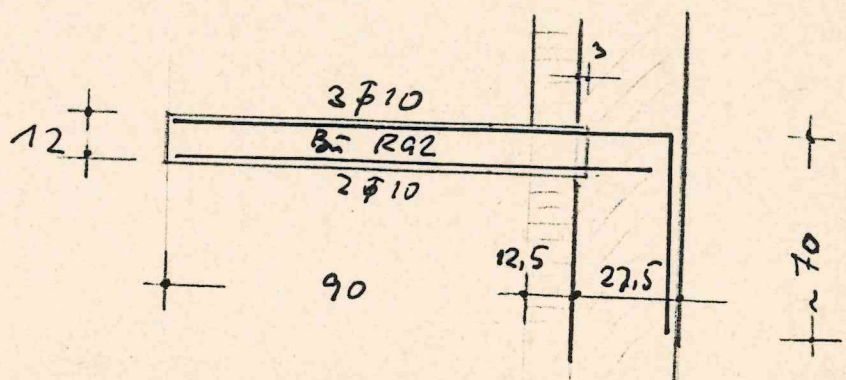
$$80 / 2000$$

$$K = 1,134$$

$$F_a = 1,70 \text{ cm}^2$$

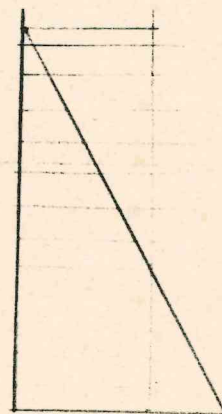
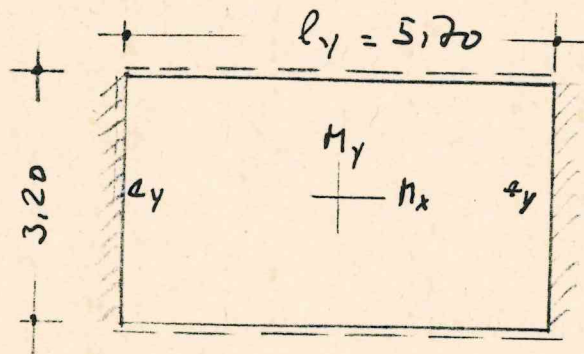
$$\text{oben } 3 \phi 10 = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$\text{unten } 2 \phi 10, \quad B_{\text{I}} \ R92$$



Pos. 17: Rohrkeller aussenwände, $d = 27,5 \text{ cm}$

17.1 System



$$q_u = 3,130 \text{ kg/m}^2$$

$$\varepsilon = 5,70 / 3,20 = 1,8$$

17.2 Erddruck

$$k_1 = 0,1666 \quad (\text{siehe Seite 12})$$

$$h_m = 4,70 \text{ m}$$

$$h' = 0,25 \text{ m}$$

$$q_u = 0,1666 \cdot 4,95 = 3,130 \text{ kg/m}^2$$

$$q_m \approx \frac{2}{3} \cdot q_u = \frac{2}{3} \cdot 3,130 = 2,120 \text{ kg/m}^2$$

$$K = 2,120 \cdot 3,20 \cdot 5,70 = 40,2 \text{ kg}$$

17.3 Schnittgrößen (Gering)

$$M_x = \frac{40,2}{26,3} = 1,53 \text{ kg}$$

$$M_y = \frac{40,2}{66,2} = 0,61 \text{ kg}$$

$$M_{qy} = \frac{40,2}{15,7} = 2,56 \text{ kg}$$

17.4 Baumaßnahmen

B 816.

$h = 24 \text{ cm}$

x-Feld:

36/2800

$K = 10,0$

$f_x = 2,4 \text{ cm}^2$

y-Feld:

< 30/2800

$K = 25,5$

$f_y = 0,94 \text{ cm}^2$

Waagrechte innen 2 R 131

3 Maschen seitl. Stabdachung

vorh. $f_x = 2 \cdot 1,131 = 2,26 \text{ cm}^2$

vorh. $f_y = 2 \cdot 0,56 = 1,12 \text{ cm}^2$

ey-Feld:

47/2800

$K = 31,9$

$f_{ey} = 4,07 \text{ cm}^2$

Randmaße R 443 waagrecht

Pos. 18: Streifenfundament B 225

unter den Rohrkellerwänden

max. Belastung:

Pos. 8: $8,60/3,90 = 1,460 \text{ tglm}$

Pos. 14: $13,90/5,70 = 2,440 \text{ „}$

Wand $0,40 \cdot 6,00 \cdot 2,3 = 6,000 \text{ „}$

Fundament $0,50 \cdot 0,30 \cdot 2,3 = 0,350 \text{ „}$

$q = 10,250 \text{ „}$

50 cm breit, 30 cm tief

Längsseiten 2 ϕ 12

U - Anschlussmatte für die Wände: R 131

Bodenpressung: $G = \frac{10250}{50 \cdot 100} = 2,05 \text{ kg/cm}^2$

Aufgestellt:

Ravensburg, den 9.8.65

