Ju III 13751/39

Vorzugsberechnung

Statische Berechnung der Brücke in km 6 + 399,18

der Umgehungsstrasse Wegberg.

Geprüft:

Düsseldorf, den 23. Juni 1939

Dipl.-Ing Jonnen

Aufgestellt:

Bauingenieurbüro
Dr.-Ing. H. Homberg,
Wuppertal.

Jnhaltsverzeichnis.

Erläuterungsbericht.

Statische Berechnung. Seite

A. Vorbemerkungen 1

B. Allgemeines 2

C. Statische Berechnung .....

1. Belastungsannahmen 3
2. Berechnung des Brückenrahmens 6
3. Einflusslinien 8
4. Wärme und Schwinden 10
5. Bremskraft 11
6. Erddruck 12
7. Bemessung des Riegels 17
8. Querkräfte des Riegels 18
9. Bemessung des Stieles 19
10. Querkräfte des Stieles 24
11. Gelenkbewehrung 25
12. Mindestbewehrung der Stiele 27
13. Ausbildung der steifen Ecke ..... 27 a
14. Querbewehrung 28
15. Geländer 29
16. Konsole 30
17. Flügelmauern 31
18. Fundamente 38

Erläuterungsbericht über die Brücke in km 6 + 399,18

der Umgehungsstrasse Wegberg.

Die Brücke überführt die Umgehungsstrasse Wegberg über die zweigleisige Eisenbahnstrecke M.-Gladbach - Roermond in Bahnkilometer 11 + 631,60. Es ist eine lichte Weite von 10,0 Meter und eine lichte Höhe in Gleisachse von 5,95 Meter vorgesehen. Das Lichtraumprofil der Reichsbahn ist eingehalten, und ist Raum für die Fahrdrahtaufhängungen vorhanden.

Brückentragwerk.

Als Brückentragwerk wurde ein Zweigelenkrahmen gewählt, der aus einer vollen Platte als Riegel und vollen Wänden als Stielen besteht. Diese Bauweise wurde angewandt, um möglichst geringe Baukosten zu erhalten. Gegenüber einer Ausführung als freiaufliegender Plattenbalken sind bei der vorliegenden Konstruktion erhebliche Einsparungen zu verzeichnen.

1. Die Bauhöhe eines Rahmens mit voller Platte ist sehr gering. Dadurch ergeben sich grössere Ersparnisse in der Herstellung des Dammes.
2. Ausserdem werden die starken Widerlager der Balkenbrücke ersetzt durch die schlanken Wände des Rahmens.
3. Bei vollen Platten kann die zulässige Eisenbeanspruchung von 1200 kg/cm^2 auf 1400 kg/cm^2 herauf gesetzt werden. Die er-

halteне Bewehrung ist sehr einfach herzustellen.

4. Da nur die glatte Platte einzuschalen ist, ergeben sich Ersparnisse an Bauholz.

Die Konstruktion muss daher als zweckentsprechend, wirtschaftlich und bei der heutigen Knappheit an Stahl, Holz und Arbeitskräften als richtig angesehen werden.

Aufgrund der Bohrungen wurde der tragfähige Baugrund in einer Tiefe von ca. 5,50 Meter unter Schienenoberkante festgestellt. Jn den darüber liegendem Lehm die Brücke zu gründen wäre nicht ratsam gewesen, da in diesem Falle mit dauernden Setzungen zu rechnen gewesen wäre.

Die Böschungen an den Parallelflügelmauern sind nach den Richtlinien des Herrn Generalinspektors vom 12.4.39 konstruiert. Die Stärke der Flügelmauern hat sich gegenüber früheren Konstruktionen erhöht, da nach den neuesten Ergebnissen der Forschung grössere Erddruckwerte anzusetzen sind. Jn der statischen Berechnung sind diese neuesten Vorschriften angegeben. Die weiteren Einzelheiten der Brücke sind aus Blatt 130 - 135 und der statischen Berechnung zu ersehen. Die Brücke erhält eine Verblendung der Parallelflügel aus oberbergischer Grauwacke. Die Ansichtsflächen der Betonplatte werden gespitzt.
Jn schönheitlicher Hinsicht ist die Brücke klar und einfach gegliedert. Auf irgendwelche Betonung der Rahmenstiele wurde verzichtet.

Statische Berechnung der Brücke in km 6 + 399,18 der Umgehungsstrasse Wegberg.

A. Vorbemerkungen.

Der Berechnung liegen DIN 1072 und 1075 und die Eisenbetonbestimmungen zugrunde. Es soll für das Brückentragwerk normaler Handelszement im Mischungsverhältnis 350 kg Zement auf 1 cbm feste Betonmasse verwendet werden. Es ist $W_{b\ 28}$ = 225 kg/cm² nachzuweisen. Sand und gröbere Zuschlagstoffe sind hierbei getrennt und in geeignetem Mischungsverhältnis aufzugeben.

Es wird Handelseisen verwendet, das gemäss DIN 1075 § 14, Absatz 1 mit $\sigma_{e\ zul}$ = 1400 kg/cm² beansprucht werden darf. Für den Beton wird, da es sich um einen Rahmen handelt

$\sigma_{b\ zul}$ = 75 kg/cm² zugelassen.

Der Eisendurchmesser soll ≦ 26 mm sein im Hinblick auf die für beobachtete hohe Frostgrenze; verwandt wurde Ø 26 mm u. kleiner 1. Tabelle i. d. Berechnung.

Der Baugrund besteht aus

Kies bezw. scharfem groben Sand,

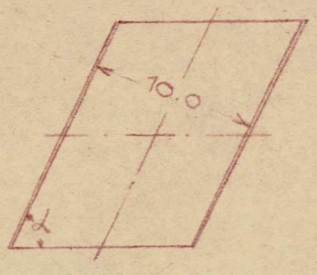
es wird aufgrund der Bohrergebnisse

$\sigma_{D\ zul}$ = 4,50 kg/cm² zugelassen.

Die Brücke gehört zur Brückenklasse I.

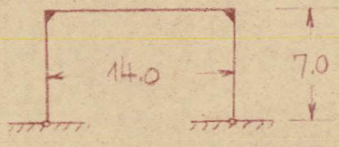
B. Allgemeines.

Die Brücke ist links schief.



Der Winkel der Brückenschiefe beträgt 50°.

$\sin 50^{\circ} = 0{,}766$



Die lichte Weite beträgt

$w' = 10{,}00$ m

in Richtung der Brücke gemessen.

$$w = \frac{w'}{\sin 50^{\circ}} = \frac{10{,}00}{0{,}766} = 13{,}05 \text{ m}$$

Die Brücke wird als Zweigelenkrahmen ausgebildet, Stiele und Riegel werden als volle Platten konstruiert.

Die Stützweite beträgt $l = 14{,}00$ m. Die Stärke des Stieles beträgt in Brückenrichtung $14{,}00 - 13{,}05 = 0{,}95$ m

Die lichte Höhe der Brücke beträgt 5,70 m.

Die Strassen O. K. liegt auf $+$ ~~72,95~~ 73.12.

Die Schienen O. K. " " $+66{,}108$.

Die Fundament U.K. " " $+60{,}$~~68~~ 77.

Gelenkhöhe $+65{,}$~~22~~ 39

C. Statische Berechnung.

1.) Belastungsannahmen.

a) Verkehrslast. Versteinung 18 cm

Mitwirkende Breite, 24 t Dampfwalze

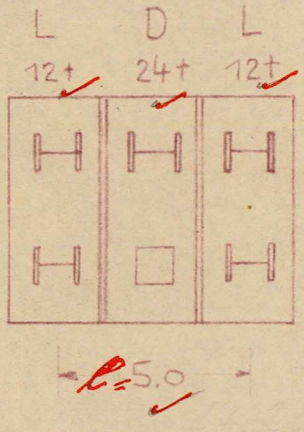
t = 1,0 Vorderrad, t = 0,5 Hinterrad

b = b' = t + 2 S = 1,0 + 0,36 = 1,36 m

b = b" = 2/3 · l = 2/3 · 14,00 = 9,33 m

t + 2 s + 2,00 = 1,36 + 2,00 = 3,36 m Vorderrad

t + 2 s + 2,00 + e = 0,5 + 0,36 + 2,0 + 1,60 = 4,46 Hinterrad



12 t Lastwagen

t = 0,24 m Hinterrad

t = 0,12 m Vorderrad

t + 2 s + 2,0 m + e = b zulässig

Hinterräder b = 0,24 + 0,36 + 2,0 + 1,6 = 4,20 m

Vorderräder b = 0,12 + 0,36 + 2,0 + 1,6 = 4,08 m

Setzt man drei Fahrzeuge nebeneinander, so erhält man ungünstigere Werte.

b = 5,0 + 4,20 = 9,20 m Hinterräder *

b = 5,0 + 4,08 = 9,08 m Vorderräder **

Diese letzteren Werte werden angesetzt.

* Hinterräder: t + 2S + 2 = (1,60+0,24) + 0,36 + 2,00 = 4,20

** Vorderräder: " " " = (1,60+0,12) + 0,36 + 2,00 = 4,08

Berechnung der Einzellasten infolge der Raddrücke.

Stosszahl $f = 1{,}3 - 0{,}1 \cdot \frac{4}{20} = 1{,}3 - 0{,}02$

$f = 1{,}28$ wird angesetzt.

$p = 0{,}5 \cdot 1{,}28 = 0{,}64\ t/m^2$ (Menschengedränge)

Zur Vereinfachung wird die gleichmässig verteilte Belastung p über die ganze Trägerlänge verteilt angenommen, und werden die Einzellasten der Fahrzeuge um die ihrer Grundfläche entsprechende Verkehrslast veringert, also als Überlastungsmoment

$P_{D_V} = 10{,}0 - \frac{2{,}5 \cdot 6{,}0}{2} \cdot 0{,}5 = 10{,}0 - 3{,}75 = 6{,}25\ t$

$P_{D_H} = 2 \cdot 7{,}0 - 3{,}75 = 10{,}25\ t$

$P_{L_V} = 4{,}00 - 3{,}75 = 0{,}25\ t$

$P_{L_H} = 8{,}00 - 3{,}75 = 4{,}25\ t$

$P_V = (6{,}25 + 2 \cdot 0{,}25) \cdot \frac{1{,}28}{9{,}08} = 0{,}95\ t$

$P_H = (10{,}25 + 2 \cdot 4{,}25) \cdot \frac{1{,}28}{9{,}20} = 2{,}61\ t$

Die anzusetzenden Einzellasten betragen für den lfd m Brückenbreite:

Für die Vorderräder	$P_V = 0{,}95\ t$
Für die Hinterräder	$P_H = 2{,}61\ t$
Ausserdem Menschengedränge	$p = 0{,}64\ t/m$

b.) Ständige Last.

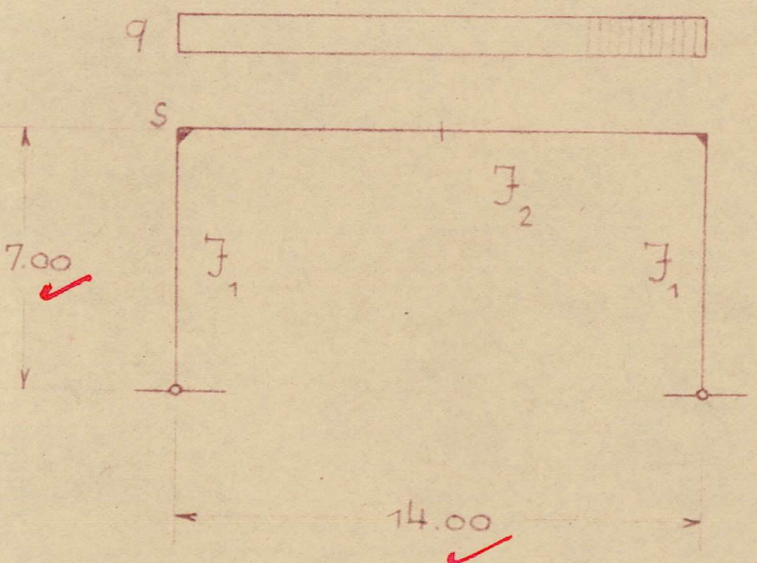
10 cm Kleinpflaster ; 0,10 · 2,7	=	0,270 t/m²
3 cm Trasszementmörtel 1 : 5 ; 0,03 · 2,3	=	0,069 "
Papierzwischenlage		
doppelter, heisser Bitumenanstrich	=	0,002 "
4 cm Schutzbeton 0,04 · 2,3	=	0,092 "
1 cm Dichtung	=	0,015 "
18		
Eigengewicht des Belages	=	0,448 t/m²
Platte 0,75 · 2,4	=	1,800 "
Füllbeton im Mittel 0,05 m		
0,05 · 2,2	=	0,11 "
	g =	2,358 t/m²

angesetzt wird

g = 2,36 t/m²

Das Eigengewicht wurde für eine mittlere Stärke des Füllbetons bestimmt, da für Eigengewicht mit Sicherheit angenommen werden kann, dass die Brücke gleichmässig trägt, obwohl wir wie vollst. Innenöffn. nach DIN 1075 §6 Ziff 1,a verlangt. Abstz.

2.) Berechnung des Brückenrahmens.



Berechnung nach
Betonkal. I 1939 S. 295

$d_1 = 0{,}95$ m

$d_2 = 0{,}75$ m

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$J_1 = \frac{1{,}0 \cdot 0{,}95^3}{12} = 0{,}0722 \text{ m}^4$$

$$J_2 = \frac{1{,}0 \cdot 0{,}75^3}{12} = 0{,}0352 \text{ m}^4$$

} Trägheitsmomente

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l} = \frac{0{,}0352 \cdot 7{,}0}{0{,}0722 \cdot 14{,}0} = 0{,}244$$

1.) Spannungen aus gleichmässig verteilter Last.

$$H = \frac{q \cdot l^2}{4 \cdot h \cdot (2k + 3)} = \frac{14 \cdot 14 \cdot q}{4 \cdot 7{,}0 \,(2 \cdot 0{,}244 + 3)}$$

$$H = \frac{14 \cdot 14}{4 \cdot 7{,}0 \cdot 3{,}488} = 2{,}05\, q$$

Berechnung der Momenten- und Querkraftsfläche für Eigengewicht

$g = 2{,}36$ t/m

$$M_{o_g} = 2{,}36 \cdot \frac{14{,}0^2}{8} = 57{,}8 \text{ t.m}$$

$$H_g = 2{,}05 \cdot g = 2{,}05 \cdot 2{,}36 = 4{,}84 \text{ t}$$

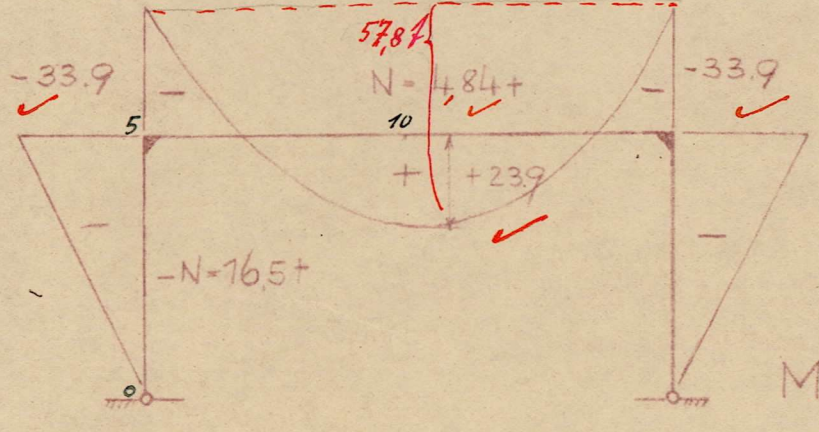
$$M_S = 4{,}84 \cdot 7{,}0 = 33{,}9 \text{ t.m}$$

$$M_{max} = 57{,}8 - 33{,}9 = 23{,}9 \text{ t.m}$$

$$A = 2{,}36 \cdot \frac{14}{2} = 16{,}5 \text{ t} = Q_{max}$$

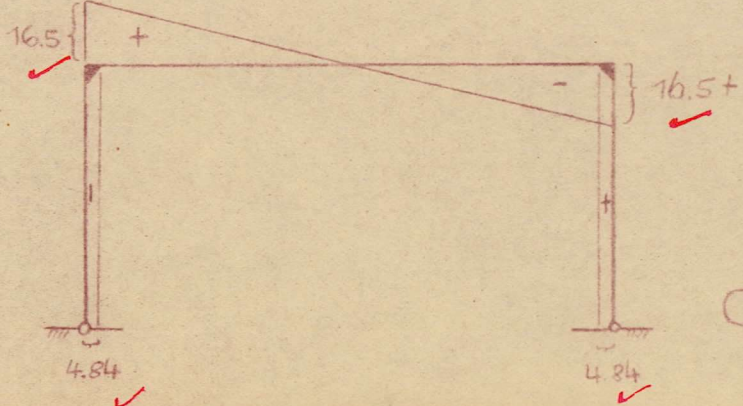
Berechnung der Zwischenpunkte. 1. Jahrg. Lf 124

Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
η =	Parabelordinaten					0	0,36	0,64	0,84	0,96	1,0
M_o =						0	20,8	37,0	48,5	55,5	57,8
M_a =	0,0	-6,8	-13,6	-20,4	-27,1	-33,9	-33,9	-33,9	-33,9	-33,9	-33,9
M =	0,0	-6,8	-13,6	-20,4	-27,1	-33,9	-13,1	3,1	14,6	21,6	23,9



M_g-Fläche

Parabelordinaten nach B. E. "Berechnungsgrundlagen für stählerne Brücken." Tafel 1



Q_g-Fläche

Diegleichmässig verteilte Last beträgt:

$$q = g + p = 2{,}36 + 0{,}64 = 3{,}00 \text{ t/m}$$

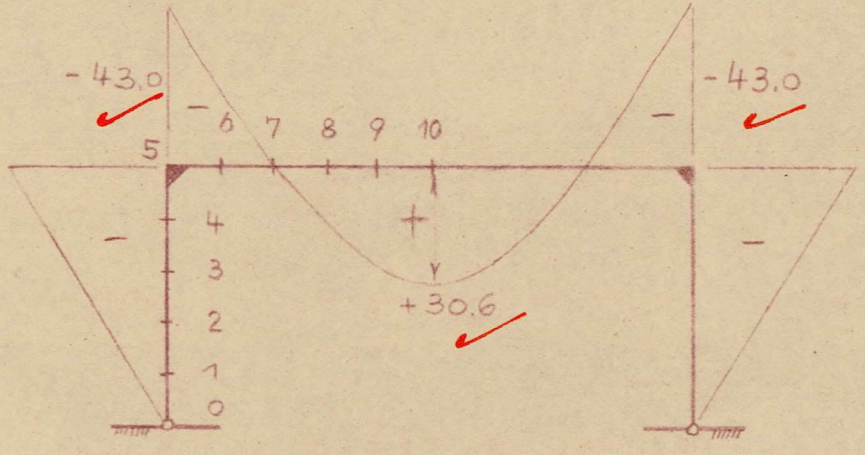
Berechnung der Momentenfläche

$$M_o = 3{,}0 \cdot \frac{14{,}2^2}{8} = 73{,}6 \text{ t.m}$$

$$H = 2{,}05 \cdot q = 2{,}05 \cdot 3{,}0 = 6{,}15 \text{ t}$$

$$M_s = 6{,}15 \cdot 7{,}0 \text{ m.t} = 43{,}0 \text{ t.m}$$

$$M_{feld} = 73{,}6 - 43{,}0 = 30{,}6 \text{ t.m}$$



Momentenfläche für gleichmässig verteilte Vollast.

Berechnung der Zwischenpunkte.

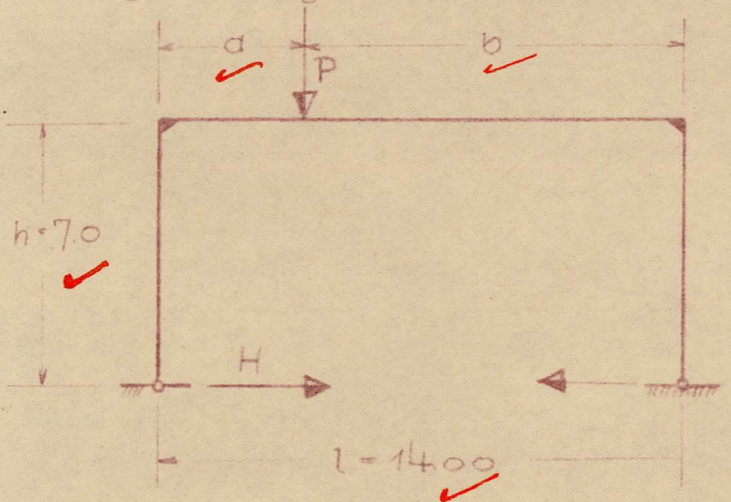
Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
η =						0	0,36	0,64	0,84	0,96	1,0
M_o =							26,5	47,2	61,8	70,6	73,6
M_a =	0,0	-8,6	-17,2	-25,8	-34,4	-43,0	-43,0	-43,0	-43,0	-43,0	-43,0
M =	0,0	-8,6	-17,2	-25,8	-34,4	-43,0	-16,5	+ 4,2	+18,8	+27,6	+30,6

η Ordinate der Einheitsparabel $f = 1$

$$M_{o_x} = \eta \cdot M_{o_{max}}$$

3.) Berechnung der Einflusslinien.

Berechnung nach Betonkal. I 1939 S.295



$$k = 0{,}244$$

$$H = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cdot a \cdot b}{h \cdot l \,(2k+3)}$$

Diese Gleichung wird für die Aufstellung der Einfluss-linie der statisch unbestimmten Grösse $X_a = H$ benutzt.

$$H = \frac{3 \cdot P \cdot a \cdot b}{2 \cdot 7{,}0 \cdot 14{,}0 \cdot (2 \cdot 0{,}244 + 3)} = \frac{3}{2 \cdot 7{,}0 \cdot 14 \cdot 3{,}488} \cdot a \cdot b \cdot P$$

684

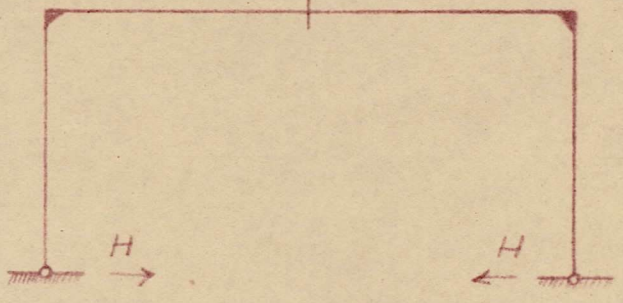
$$H = 0{,}004385 \cdot a \cdot b \cdot P$$

Punkt	a	b	a.b	H (t)	M_5 (t.m)
5	0,0	14,0	0,0	0,0000	0,0000
6	1,4	12,6	17,64	0,0774	0,5418
7	2,8	11,2	31,36	0,1375	0,9625
8	4,2	9,8	41,16	0,1805	1,2635
9	5,6	8,4	47,04	0,2063	1,4441
10	7,0	7,0	49,00	0,2149	1,5043

Die Einflusslinienordinaten der Punkte M_6 bis M_{10} werden zeichnerisch ermittelt und ausgewertet, s. Blatt 123

Ringmoment: $M = M_0 - H \cdot h$

Einflusslinien der Querkräfte.



Da die statisch unbestimmte Grösse H keinen Beitrag zur Querkraft des Riegels liefert und die Eckmomente M_S stets gleich sind, sind die Einflusslinien der Querkräfte für den Riegel dieselben wie beim einfachen Balken.

$$Q = Q_0 + \frac{M_{links} - M_{rechts}}{l} \rightarrow \text{Null}$$

Die Einflusslinien der Normalkräfte des Riegels sind identisch mit der H - Linie. Die Einflusslinien der Normalkräfte der Stiele sind identisch mit der A- bezw. B - Linie des Riegels. Die Querkraft und Momentenlinie der Stiele ergeben sich aus der H - linie.

Auftragung der Einflusslinien für Q und N und Auswertung

s. Bl. 124.

4.) Berechnung der Einflüsse von Wärme und Schwinden.

Wärmeänderung nach DIN 1075 § 1 a $\mp 20^{\circ}$, geringste Abmessung 0,75 m, daher Ermässigung um 5°.
Angesetzt wird $\mp 15^{\circ}$ Wärmeänderung.

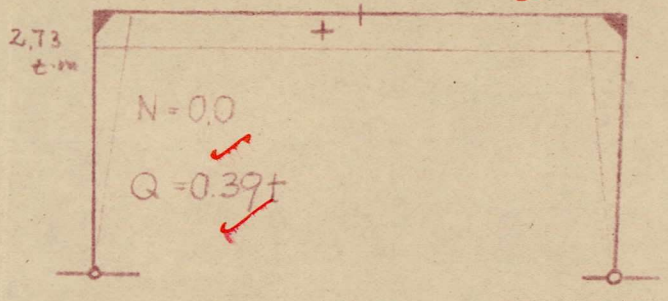
Schwinden beträgt nach DIN 1075 § 1 ba bei Rahmen und rahmenartigen Tragwerken $- 15^{\circ}$

Wärmewirkung und Schwinden werden in der Berechnung zusammengefasst.

negativer Grenzwert
$t = -15^{\circ} - 15^{\circ} = -30^{\circ}$

positiver Grenzwert
$t' = +15^{\circ} - 15^{\circ} = 0^{\circ}$

$N = 0{,}39$ t
$Q = 0{,}0$



Nach Betonkal. I 1939 S. 295 ist

$$H_t = \frac{3 \cdot \varepsilon_t \cdot t \cdot E \cdot J_2}{h^2 \,(2k+3)}$$

$\alpha_t = 0{,}000\,010 = \varepsilon_t$

$J = 0{,}0352\ m^4$ s.S. 6

$$H_t = -\frac{3 \cdot 0{,}000\,01 \cdot 30 \cdot 21{,}00000 \cdot 0{,}0352}{7 \cdot 7 \cdot 3{,}488}$$

$H_t = -0{,}39$ t , $M_{max\ t} = 0{,}39 \cdot 7{,}0 = 2{,}73$ t·m

Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M_t = +	0,0	0,55	1,10	1,65	2,18	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73

5.) Berechnung der Wirkungen der Bremskraft.

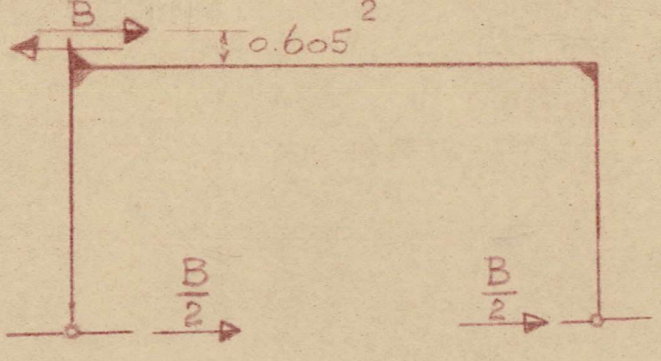
Nach DIN 1072 § 6,1 ist anzusetzen Bremskraft = 1/20 der Vollbelastung der Fahrbahn mit Menschengedränge (ohne Stosszahl)

$p = 0{,}500\ t/m^2$, $l = 14{,}00 + 0{,}95 = 14{,}95\ m$

$B = 0{,}5 \cdot 14{,}95 \cdot \frac{1}{20} = \pm 0{,}375\ t$

O. K. Strasse liegt über dem ~~Gelenken~~ Kämpfer

$h' = 7{,}00 + \frac{0{,}75}{2} + 0{,}18 + 0{,}05 = 7{,}605\ m$

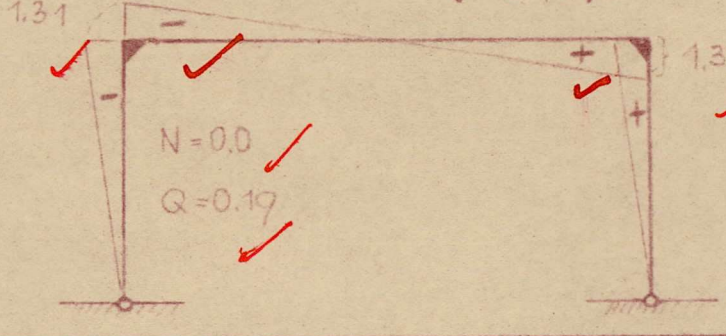


Das Moment aus B um den Knotenpunkt 5 ist klein und wird vernachlässigt.

Dann ist $M_{max} = B/2 \cdot h = 0{,}375 \cdot \frac{7{,}0}{2} = 1{,}31\ t.m$

$N = \frac{B}{2} = 0{,}19\ t$

$Q = 0{,}0$



Momentenfläche.

Punkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_B = \pm$	0,0	0,26	0,52	0,79	1,05	1,31	1,05	0,79	0,52	0,26	0,0

Momente der Zwischenpunkte.

6.) Berechnung der Wirkungen aus der Erddruckbelastung.

Strassen O. K. liegt auf + 72,83 ? 1.V.2.

h = 7,605

Höhe der Gelenke = 65,225 ?

Das Bauwerk wird mit reinem Kiessand hinterfüllt, der keine bindigen Bestandteile haben darf.

Bei Flügelmauern u.s.w. ist nach

" L. Casagrande, Die Strasse " Heft 20 , S. 651/652 Ab. III 1938

der doppelte Erddruck anzusetzen, um den Einfluss der Energiespeicherung zu berücksichtigen. Es ist bei Sand infolge Verdichtung der Hinterfüllung mit Raupenfahrzeug

γ = 1,8 t/m³ , φ = 32,5° , $\delta = \sim 2/3\,\varphi$ = 22,5°

s.a. Hütte III S. 83

Nach " Krey , Erddruck "

S. 312 ist λ_a = 0,271 , anzusetzen ist

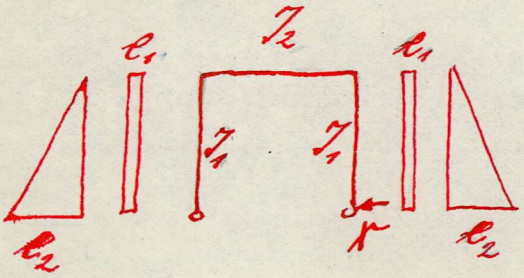
$\lambda = \sim 2 \cdot 0{,}271 = \sim 0{,}54$, das entspricht dem angegebenen Wert von Casagrande S. 651.* In diesem Wert λ = 0,54 ist augenscheinlich noch eine Sicherheit vorhanden, den in " Rendulic ", der Erddruck im Strassenbau " ist auf S. 42 der Grenzwert λ = 0,5 angegeben. Es wird daher

λ = 0,5 angesetzt. dabei ist $\delta = 0°$ anzunehmen.

* für locker und rieselfähig gelagerten Sand mit Wandreibung $\delta = 0$

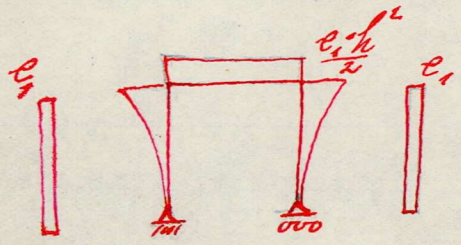
Zu T. 13 u. folg.

Welche Rechnungsverfahren sind wie in üblicher Weise genau genannt?

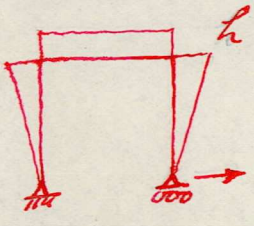


Elastizitätsgleichung:

$$X_a = X = \frac{\delta_{1a}}{\delta_{aa}} = \frac{\int M_0 \cdot M_a \frac{ds}{EJ}}{\int M_a^2 \frac{ds}{EJ}}$$



M_0 = Fläche



M_a = Fläche

Für J = constans würde z.B. für nebenstehenden Belastungsfall:

$$\delta_{1a} = \frac{e_1 \cdot h^3 \cdot l}{2} + 2\,\frac{e_1 \cdot h^3 \cdot l}{2 \cdot 4} = \frac{3}{4} e_1 h^3 l$$

und

$$\delta_{aa} = l \cdot h^2 + 2 \cdot l \frac{h^2}{3} = \frac{5}{3} \cdot l \cdot h^2$$

Summa $X = H = \frac{3 \cdot e_1 \cdot h^3 \cdot l \cdot 3}{4 \cdot 5 \cdot l \cdot h^2} = \frac{9}{20} e_1 \cdot h$

Nach der Formulierung v. Kleinlogel würde hier:

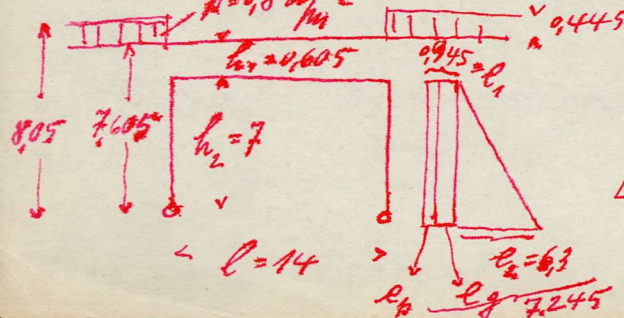
$H = \frac{3}{4} e_1 \cdot h \, \frac{k+2}{2k+3}$, wo $k = \frac{J_2}{J_1} \frac{h}{l}$ bezogen auf 1 = constans $= \frac{h}{l}$

hineingesetzt, somit $H = \frac{3}{4} e_1 \cdot h \, \frac{\frac{h+2l}{l}}{\frac{2h+3l}{l}} = \frac{3}{4} e_1 \cdot h \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{20} e_1 \cdot h$ t/lfm

wie nach dem üblichen Verfahren.

Für Interessenten:

Berechnung nach Kleinlogel



$e_p = p \cdot l = 1{,}8 \cdot 0{,}5 = 0{,}900$

$e_g = \gamma_e \cdot h_2 \cdot \lambda = 1{,}8 \cdot 7{,}605 \cdot 0{,}5 = 6{,}845$

$e_1 = e_g + e_p = 0{,}945$ t/lfm

$e_2 = \gamma_e \cdot h_2 \cdot \lambda = 1{,}8 \cdot 7 \cdot 0{,}5 = 6{,}3$ "

$\left.\begin{matrix} \\ \\ \end{matrix}\right\} 7{,}245$

$F = \frac{0{,}945 + 7{,}245}{2} \cdot 7 = 28{,}6$ t/m

Als Auflast wird angesetzt

$p = \frac{24 + 2 \cdot 12}{3 \cdot 2{,}5 \cdot 6} = 1{,}065$ t/m² bezw. Klasse mit Rücksicht auf ungebrochene Mauerflucht gewählt.

p = 0,8 t/m² wie bei Lastwagen

Die Ersatzhöhe beträgt $h' = \frac{0{,}8}{1{,}8} = 0{,}445$ m

1.0.11

h = 7,605 + 0,445 = 8,050 m

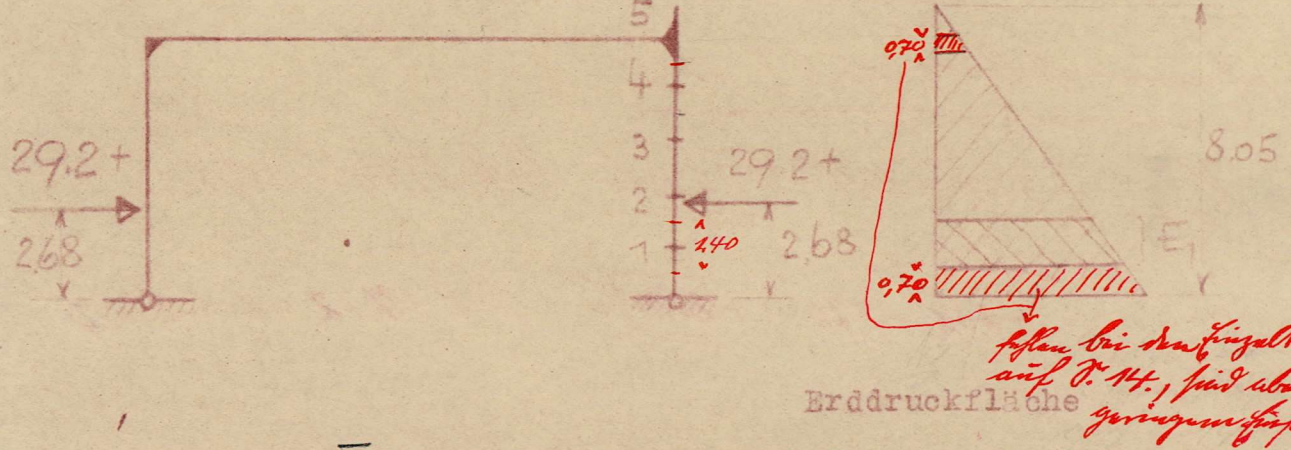
$E = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot \lambda \cdot \cos\delta}{2}$ $\quad \delta = 0^\circ, \quad \cos\delta = 1$

$E = 1{,}8 \cdot 8{,}05^2 \cdot 0{,}5 \cdot 1/2 = 29{,}2$ t

E = 29,2 t

Trotz ist Klaus Mit Rücksicht auf den geringen Einfluß wird der Erddruck beidseitig gleich angenommen.

Angriffspunkt $h^0 = \frac{8{,}05}{3} = 2{,}68$ m

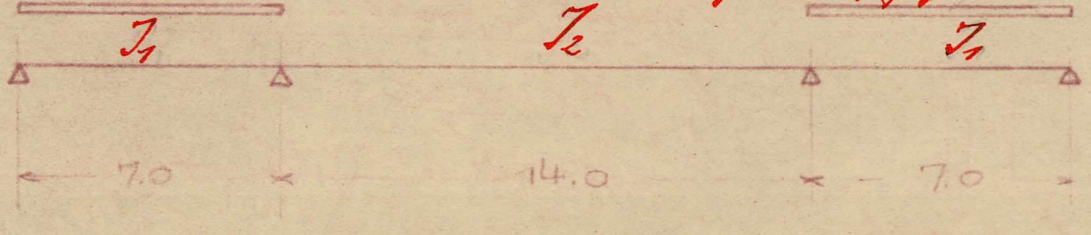


Erddruckfläche

Stützen bis Dreigelenkrahmen auf S. 14, sind über geringen Einfluß

Für diese symetrische Belastung verhält sich der Rahmen wie ein durchlaufender Balken.

Näherungsrechnung! Da Rechnungsgang der Kragarmmomente im Riegel und in den Stützen ist nicht berücksichtigt.



Berechnung nach " Anger, Einflusslinien."

I.) $H_{e_1} = \frac{3}{4} \cdot e_1 \cdot h \frac{k+2}{2k+3}$; $k = 0{,}244$ T. 6

$= \frac{3}{4} \cdot 0{,}945 \cdot 7 \frac{2{,}244}{3{,}488} = \underline{\underline{3{,}24}}$ to

$N_{e_1} = \Sigma e_1 - H_{e_1} = 0{,}945 \cdot 7 - 3{,}24 = \underline{\underline{3{,}374}}$ to (Ringel)

$M_S = -\frac{e_1 \cdot h^2}{4} \cdot \frac{k}{2k+3} = -\frac{0{,}945 \cdot 7^2}{4} \cdot \frac{0{,}244}{3{,}488} = \underline{\underline{-0{,}81}}$ tm

---

II.) $H_{e_2} = \frac{e_2 \cdot h}{20} \cdot \frac{11 \cdot k + 20}{2k+3} = \frac{6{,}3 \cdot 7}{20} \cdot \frac{11 \cdot 0{,}244 + 20}{2 \cdot 0{,}244 + 3} = \underline{\underline{14{,}40}}$ to

$N_{e_2} = \frac{1}{2} \cdot e_2 \cdot h_2 - H_{e_2} = \frac{1}{2} \cdot 6{,}3 \cdot 7 - 14{,}4 = \underline{\underline{7{,}70}}$ to

$M_S = -\frac{e_2 \cdot h^2}{60} \cdot \frac{7k}{2k+3} = -\frac{6{,}3 \cdot 7^2}{60} \cdot \frac{7 \cdot 0{,}244}{3{,}488} = \underline{\underline{-2{,}52}}$ mt

---

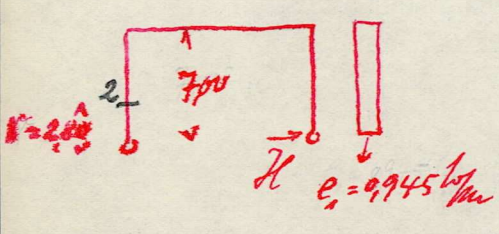
Zusammenstellung aus I. u. II.

$H_{e_1+e_2} = 3{,}24 + 14{,}4 = \boxed{17{,}64}$ to Statt 17,48 to auf S. 17

$N_{\text{Ringel}}^{e_1+e_2} = +3{,}374 + 7{,}70 = \boxed{+11{,}074}$ to Statt +11,72 mt auf S. 17

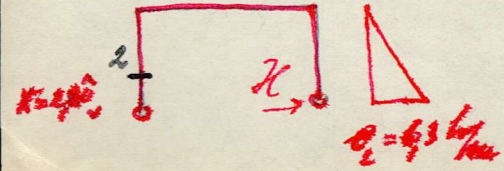
$M_{S\,e_1+e_2} = -0{,}81 - 2{,}52 = \boxed{-3{,}33}$ tm Statt −5,75 mt auf S. 16

Moment für Punkt 2 des Riegels



$M_x = H \cdot x - \frac{e_1 \cdot x^2}{2}$

$= 3{,}24 \cdot 2{,}80 - \frac{0{,}945 \cdot 2{,}8^2}{2} = +\underline{5{,}37}$ mt



$M_x = H \cdot x - \frac{e_2 x^2}{6h}(3h - x^2)$

$= 14{,}4 \cdot 2{,}80 - \frac{6{,}3 \cdot 2{,}8^2}{6 \cdot 7}(3 \cdot 7 - 2{,}8) = +\underline{19{,}00}$ mt

$M_{x\,e_1+e_2} = 5{,}37 + 19{,}00 = \boxed{24{,}37}$ mt Statt 23 mt auf S. 15

Die Dreieckförmige Erddrucklast wird in Einzellasten für die Teilpunkte 1 bis 4 der Stiele umgerechnet.

Entfernung der Teilpunkte a = 1,40 m

$E_1 = \sigma \cdot h \cdot \lambda \cdot a$

$E_1 = 1{,}8 \cdot 6{,}65 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}4 = 8{,}38$ t (8,05 - 1,40)

$E_2 = 1{,}8 \cdot 5{,}25 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}4 = 6{,}61$ t

$E_3 = 1{,}8 \cdot 3{,}85 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}4 = 4{,}85$ t

$E_4 = 1{,}8 \cdot 2{,}45 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}4 = 3{,}09$ t

} 24,93

Nach " Anger " S.60 ist (Punkt 1 entspricht Anger Punkt 2 u.s.w.)

$M_{1\,(2)} = (0{,}1528 + 0{,}0024) \cdot l_1 \cdot P$

$+ 0{,}1074 + 0{,}0042$

$+ 0{,}0656 + 0{,}0048$ u.s.w.

$+ 0{,}0292 + 0{,}0036$

Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf "Anger."

$= 0{,}1552 \cdot 8{,}38 \cdot l_1 = 1{,}300 \cdot l_1$

$+ 0{,}1116 \cdot 6{,}61 \cdot l_1 = 0{,}738 \cdot l_1$

$+ 0{,}0704 \cdot 4{,}85 \cdot l_1 = 0{,}342 \cdot l_1$

$+ 0{,}0328 \cdot 3{,}09 \cdot l_1 = 0{,}103 \cdot l_1$

$2{,}483 \cdot 7{,}0 = 17{,}4$ t.m

$M_1 = 17{,}4$ t.m

$M_{2(4)} = (0{,}1056 + 0{,}0048) \cdot l_1 \cdot P$

$+ 0{,}2148 + 0{,}0084$

$+ 0{,}1312 + 0{,}0096$ u.s.w.

$+ 0{,}0584 + 0{,}0072$

$= 0{,}1104 \cdot 8{,}38 \cdot l_1 = 0{,}925 \cdot l_1$

$+ 0{,}2232 \cdot 6{,}61 \cdot l_1 = 1{,}475 \cdot l_1$

$+ 0{,}1408 \cdot 4{,}85 \cdot l_1 = 0{,}683 \cdot l_1$

$+ 0{,}0656 \cdot 3{,}09 \cdot l_1 = 0{,}203 \cdot l_1$

$3{.}286 \cdot 7{,}0 = 23{,}0$

$M_2 = 23{,}0$ t · m genau 24,37 mt 1. Rückf. 13

$M_{3(6)} = (0{,}0584 + 0{,}0072) \cdot l_1 \cdot P$

$+ 0{,}1222 + 0{,}0126$

$+ 0{,}1968 + 0{,}0144$ u.s.w.

$+ 0{,}0876 + 0{,}0108$

$= 0{,}0656 \cdot 8{,}38 \cdot l_1 = 0{,}550 \cdot l_1$

$+ 0{,}1348 \cdot 6{,}61 \cdot l_1 = 0{,}890 \cdot l_1$

$+ 0{,}2112 \cdot 4{,}85 \cdot l_1 = 1{,}025 \cdot l_1$

$+ 0{,}0984 \cdot 3{,}09 \cdot l_1 = 0{,}304 \cdot l_1$

$2{,}769 \cdot 7{,}0 = 19{,}4$

$M_3 = 19{,}4$ t · m

$$M_{4(8)} = (0{,}0112 + 0{,}0096) \cdot l_1 \cdot P$$
$$+ (0{,}0296 + 0{,}0168) \quad \text{u.s.w.}$$
$$+ (0{,}0624 + 0{,}0192)$$
$$+ (0{,}1168 + 0{,}0144)$$

$$= 0{,}0208 \cdot 8{,}38 \cdot l_1 = 0{,}174 \cdot l_1$$
$$+ 0{,}0464 \cdot 6{,}61 \cdot l_1 = 0{,}306 \cdot l_1$$
$$+ 0{,}0816 \cdot 4{,}85 \cdot l_1 = 0{,}396 \cdot l_1$$
$$+ 0{,}1312 \cdot 3{,}09 \cdot l_1 = 0{,}406 \cdot l_1$$
$$1{,}282 \cdot 7{,}0 = 8{,}97$$

$M_4 = 8{,}97$ t · m

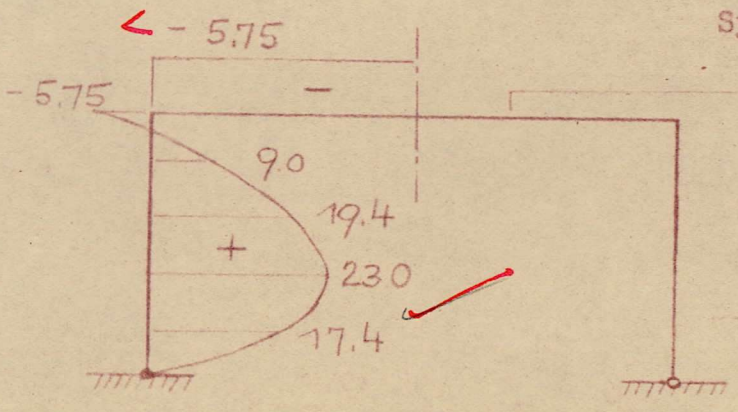
$$M_{5(10)} = (-0{,}0360 + 0{,}0120) \cdot l_1 \cdot P$$
$$(-0{,}0630 + 0{,}0210) \quad \text{u.s.w.}$$
$$(-0{,}0720 + 0{,}0240)$$
$$(-0{,}0540 + 0{,}0180)$$

$$= -0{,}0240 \cdot 8{,}38 \cdot l_1 = -0{,}201 \cdot l_1$$
$$-0{,}0420 \cdot 6{,}61 \cdot l_1 = -0{,}278 \cdot l_1$$
$$-0{,}0480 \cdot 4{,}85 \cdot l_1 = -0{,}233 \cdot l_1$$
$$-0{,}0360 \cdot 3{,}09 \cdot l_1 = -0{,}111 \cdot l_1$$
$$-0{,}823 \cdot 7{,}0 = -5{,}75$$

$M_5 = -5{,}75$ t · m

genau – 3,33 mt 1. Rückstütze 13
u. Normalkraft S. 11.

Momentenfläche aus der Erddruckbelastung der Stiele .



Symetrie

N = 11,72

Q = 0,0

N = 0,0

Q = 17,48

Die Auflagerkräfte betragen $H = A_o$ und $N_R = A_1$

$$A_o = (0,7640 + 0,0120) \cdot P + (0,5370 + 0,0210) \cdot P + (0,3280 + 0,0240) \cdot P + (0,1460 + 0,0180) \cdot P$$

A_o =	0,7760 · 8,38	=	6,51 t
+	0,5580 · 6,61	=	3,68 "
+	0,3520 · 4,85	=	1,71 "
+	0,1640 · 3,09	=	0,51 "
			12,41 t

Hinzu kommt die nicht enthaltene Kraft

$E_o = \sim 1,8 \cdot 8,05 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 5,07$ t

$A_o = 12,41 + 5,07 = 17,48$ t $= H_E$

$A_1 = 29,20$ t $- 17,48 = 11,72$ t $= N_R$

genau 11,074

1. Rückf. 13.

$$M_{g7} = 2{,}36 \frac{2{,}8 \cdot 11{,}2}{2} - 33{,}9 = 3{,}10 \text{ mt}$$

$$M_{g10} = \frac{2{,}36 \cdot 14^2}{8} - 33{,}9 = 23{,}9 \text{ mt}$$

Tabelle zur Auswertung der Einflußlinien, Bestimmung der Größtmomente u. Bemessung der Bewehrung

Zu prüfen sind zwei verschiedene Belastungsfälle:
I) Riegel voll belastet, Wand vom Erddruck nicht belastet
II) Riegel und Wand gleichzeitig voll belastet
} Berücksichtigung sämtlicher, sowohl auf die Wirkung des Erddruckes mit Sicherheit nicht zu rechnen ist (z.B. Wand d. E.-Hauses) Stahlbetonbau $\sigma_b \leq 36$ $\sigma_e \leq 2400$ (ohne Erddruck)

Punkt		Einfluß M_g	Einfluß $M_{Stütze}$	M_p	η_{Pv}	M_{Pv}	η_{PH}	M_{PH}	M_{g+p+P}	M_B	M_t	M_E	M_{max_1}	M_{max_2}	M_{min_1}	M_{min_2} mit Erddruck
-5	M	- 33,9	- 14,35	9,18	- 1,45	- 1,38	- 1,45	- 3,78	- 48,24	- 1,31	+ 2,73	- 5,75			- 49,55	- 55,30
	H	+ 4,84	+ 2,05	- 1,31	+ 0,206	+ 0,20	+ 0,206	+ 0,54	+ 6,89	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			- 6,70	+ 18,42
-6	M	- 13,1	- 6,25	- 4,0	- 0,8	- 0,76	- 0,85	- 2,22	- 20,08	- 1,05	+ 2,73	- 5,75			- 21,13	- 26,88
	H	+ 4,84	+ 1,78	+ 1,14	+ 0,165	+ 0,157	+ 0,216	+ 0,56	+ 6,70	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			- 6,51	+ 18,23
+6	M	- 13,1	+ 1,10	+ 0,71	—	—	+ 0,72	+ 1,88	+ 10,51	+ 1,05	+ 2,73	- 5,75			- 9,46	- 15,21
	H	+ 4,84	+ 0,27	+ 0,17	—	—	+ 0,077	+ 0,20	+ 5,21	- 0,19	- 0,39	+ 11,72	+ 5,02	+ 16,74		
-7	M	+ 3,1	- 1,90	- 1,22	- 0,33	- 0,31	- 0,35	- 0,71	+ 0,66	- 0,79	+ 2,73	- 5,75			- 0,13	- 5,88
	H	+ 4,84	+ 1,16	+ 0,74	+ 0,204	+ 0,19	+ 0,115	+ 0,30	+ 6,07	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			+ 5,88	+ 17,60
+7	M	+ 3,1	+ 3,71	+ 2,42	+ 0,20	+ 0,19	+ 1,21	+ 3,15	+ 8,86	+ 0,79	+ 2,73	- 5,75	+ 12,38	+ 6,63		
	H	+ 4,84	+ 0,89	+ 0,57	+ 0,210	+ 0,20	+ 0,139	+ 0,36	+ 5,97	- 0,19	- 0,39	+ 11,72	+ 5,39	+ 17,11		
-8	M	+ 14,6	- 0,25	- 0,16	—	—	- 0,10	- 0,26	+ 14,18	- 0,52	+ 2,73	- 5,75			+ 16,39	+ 10,64
	H	+ 4,84	+ 0,40	+ 0,26	—	—	+ 0,099	+ 0,26	+ 5,36	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			+ 4,78	+ 16,50
+8	M	+ 14,6	+ 6,92	+ 4,43	+ 0,55	+ 0,52	+ 1,65	+ 4,30	+ 23,85	+ 0,52	+ 2,73	- 5,75	+ 27,10	+ 21,35		
	H	+ 4,84	+ 1,65	+ 1,06	+ 0,216	+ 0,21	+ 0,181	+ 0,47	+ 6,58	- 0,19	- 0,39	+ 11,72	+ 6,00	+ 17,72		
-9	M	+ 21,6	—	—	—	—	—	—	+ 21,60	- 0,26	+ 2,73	- 5,75			+ 24,07	+ 18,32
	H	+ 4,84	—	—	—	—	—	—	+ 4,84	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			+ 4,26	+ 15,98
+9	M	+ 21,6	+ 9,37	+ 6,00	+ 0,75	+ 0,71	+ 1,92	+ 5,00	+ 33,31	+ 0,26	+ 2,73	- 5,75	+ 36,30	+ 30,55		
	H	+ 4,84	+ 2,05	+ 1,31	+ 0,205	+ 0,19	+ 0,206	+ 0,54	+ 6,88	- 0,19	- 0,39	+ 11,72	+ 6,30	+ 18,02		
-10	M	+ 2,39	—	—	—	—	—	—	+ 23,90	± 0,0	+ 2,73	- 5,75			+ 26,63	+ 20,88
	H	+ 4,84	—	—	—	—	—	—	+ 4,84	- 0,19	- 0,39	+ 11,72			+ 4,26	+ 15,98
+10	M	+ 2,39	+ 10,64	+ 6,81	+ 0,75	+ 0,71	+ 2,0	+ 5,22	+ 36,64	± 0,0	+ 2,73	- 5,75	+ 39,37	+ 33,62		
	H	+ 4,84	+ 2,05	+ 1,31	+ 0,175	+ 0,17	+ 0,215	+ 0,56	+ 6,88	- 0,19	- 0,39	+ 11,72	+ 6,30	+ 18,02		

Variante I: 28.06.86 Stb. ohne Erddruck — Variante II: 28.06.86 Stb. mit Erddruck

mit Erddruck — ohne Erddruck

In Wirklichkeit geschieht die Übertragung der ständigen Last, die einseitig auf die Momente und Querkräfte wirkt, annähernd gerecht; die Querkräfte sind daher in gewissem Maße zu vermindern, die Momente zu vergrößern.

Punkt		M_z	$\sqrt{M}$ u. r	σ_b u. t	$f_z = (f_e) - N/\sigma_z$	M_z	$\sqrt{M}$ u. r	σ_b u. t	$f_z = (f_z) - N/\sigma_z$	f_z max	f_z gewählt	f_z vorh.
-5	M	- 49,55	V_{bc}=228	60,5	60,2	- 55,30	248	68	72,5			
		- 2,24			- 4,8	- 6,18			- 13,2			
	H	- 51,79	α=0311	0,264	55,4	- 61,48	0,286	0292	59,3 x	59,3	16 ϕ 22	60,82
-6	M	- 21,13	153	36	25,8	- 26,88	182	45	37,3			
		- 2,18			4,7	- 6,10			13,0			
	H	- 23,31	0,465	0,169	21,1	- 32,98	0390	0205	24,3 x			
+6	M	- 9,46	105	23	11,7	- 15,21	145	34	23,1			
		- 1,68			3,6	- 5,60			12,0			
	H	- 11,14	0,676	0,111	8,1	- 20,81	0,490	0,159	11,1 x	24,3	9 ϕ 22	34,20
-7	M	- 0,13	46	12	3,5	- 5,88	108	24	12,5			
		- 1,97			4,2	- 5,88			12,6			
	H	- 2,10	1,546	0,060		- 11,76	0,658	0,116				
+7	M	+ 12,38	119	27	15,4	+ 6,63	111	24	12,2			
		+ 1,81			3,9	+ 5,73			12,2			
	H	+ 14,19	0,597	0,129	11,5 x	+ 12,36	0,657	0110		11,5	4 ϕ 26	21,24
-8	M	+ 16,39	134	31	19,7	+ 10,64	127	29	17,6			
		+ 1,60			3,4	+ 5,52			11,8			
	H	+ 17,99	0,530	0,147	16,3 x	+ 16,16	0,559	0139	5,8			
+8	M	+ 27,10	171	42	33,0	+ 21,35	165	40	30,4			
		+ 2,01			4,3	+ 5,93			12,7			
	H	+ 29,11	0,415	0,193	28,7 x	+ 27,28	0,431	0,184	17,7	28,7	6 ϕ 26	31,86
-9	M	+ 24,07	160	38	28,0	+ 18,32	154	37	26,4			
		+ 1,43			3,0	+ 5,32			11,4			
	H	+ 25,50	0,444	0,175	25,0 x	+ 23,64	0,462	0,171	15,0			
+9	M	+ 36,30	196	50	44,0	+ 30,55	191	48	41,5			
		+ 2,11			4,5	+ 6,04			12,9			
	H	+ 38,41	0,362	0,224	39,5 x	+ 36,59	0,372	0,217	28,6	39,5	8 ϕ 26	42,47
-10	M	+ 26,63	168	41	31,7	+ 20,88	162	39	29,2			
		+ 1,43			3,0	+ 5,32			11,4			
	H	+ 28,06	0,422	0,189	28,7 x	+ 26,20	0,438	0,180	17,8		8 ϕ 26	42,47
+10	M	+ 39,37	204	52	47,5	+ 33,62	199	51	45,2		+ 1 ϕ 22	+ 3,80
		+ 2,11			4,5	+ 6,04			12,9			
	H	+ 41,48	0,348	0,233	43,0 x	+ 39,66	0,357	0,227	32,3	43,0		46,27

p = 0,64 t/m ; P_v = 0,95 t ; P_H = 2,61 t

q = 2,36 kg/m² 1.8.5

1.7.4

$M_z = M + N \cdot e$ $e = 0,335$ M_1 = ohne Erddruck M_2 = mit Erddruck

8. Berechnung der Querkräfte des Riegels.

$g = 2{,}36$ t/m , $l = 14{,}00$ m

$$Q_{max\ g} = A_g = \frac{2{,}36 \cdot 14{,}00}{2} = 16{,}52 \text{ t}$$

Auftragung der Einflusslinien für die Querkräfte siehe Blatt 124 .

Für der Punkt 5 erhält man das grösste Moment .

$p = 0{,}64$, $P_H = 2{,}61$ t , $P_V = 0{,}95$

$$Q_{max} = Q_5 = 16{,}52 + \frac{14{,}0}{2} \cdot 0{,}64 + 1{,}00 \cdot 2{,}61 + 0{,}8 \cdot 0{,}95$$

$$= 16{,}52 + 4{,}48 + 2{,}61 + 0{,}76 = 24{,}37 \text{ t}$$

$Q_{max} = 24{,}37$ t

$$= \frac{Q}{bo \cdot z} \quad , \quad bo = b = 1{,}0 \text{ m} , \quad z = \mu \cdot h$$

$\sigma_{b_5} = 68$ kg/cm^2 , $\mu = 0{,}86$, $h = 0{,}71$

$Z = 0{,}86 \cdot 0{,}71 = 0{,}61$ m

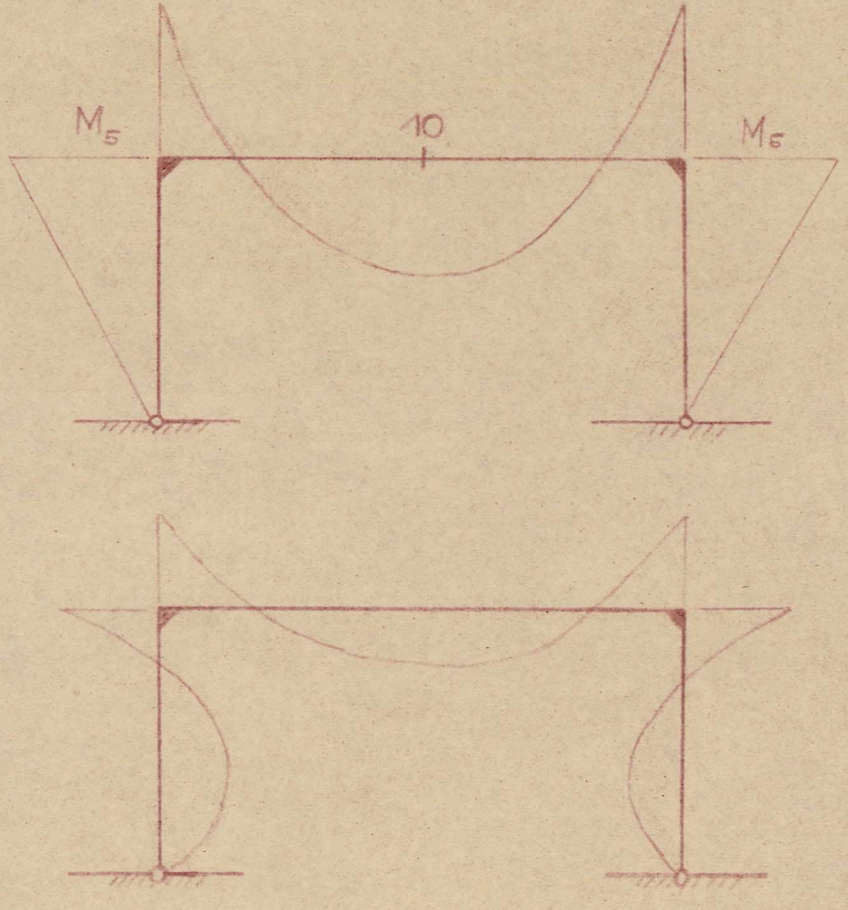
$$\tau \text{ vorh} = \frac{24\,370}{100 \cdot 61} = 4{,}00 \text{ kg/cm}^2$$

Da $\tau < 6$ kg/cm^2 ist, muss ein Nachweis der Schubsicherung nicht geführt werden.

Die Eisen werden nach der Eisenbedarfslinie aufgebogen und dienen dann als Schrägeisen. Von der Anordnung von Bügeln kann bei einer Platte abgesehen werden.

Da die grösste Querkraft kleiner als 6 kg/cm² bleibt, braucht die Schubspannungsfläche nicht aufgetragen zu werden. Eine Untersuchung der Punkte 5 bis 10 erübrigt sich.

9. Bemessung des Stieles.



Für die Bemessung der Stiele sind zwei Belastungsgrenzen zu untersuchen.

1.) ohne Erddruck

2.) mit Erddruck

Die Belastungsgrenze 1 umfasst auch den Bauzustand.

ohne Erddruck

$M_{5_{max}} = -49{,}55$ t · m , die dazu gehörige Querkraft ist zugleich die Normalkraft für den Stiel.

$$N_{St} = Q_q + P + B + t = 16{,}52 + 4{,}48 + 0{,}62 \cdot 2{,}61 + 0{,}40 \cdot 0{,}95$$

s.S. 18

s. Bl. 12/4

Die Q_q - Linie stimmt fast genau mit der Laststellung der Kräfte P_H und P_V überein und wird daher benutzt.

$$N_{St} = 16{,}52 + 4{,}48 + 1{,}62 + 0{,}38 = 23{,}0 \text{ t}$$

Eigengewicht des Stieles , d = 0,95 , b = 1,0

pro Abschnitt von 1,40 m Höhe

$$\Delta g = 0{,}95 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}4 \cdot 2{,}4 = 3{,}19 \text{ t}$$

Momente und zugehörige Normalkräfte

1.) ohne Erddruck

$M_5 = -49{,}55$ t · m

$N_5 = 23{,}00$ t

$M_4 = 4/5 \cdot M_5 = -39{,}7$ t · m

$N_4 = 23{,}0 + 3{,}19 = 26{,}19$ t

$M_3 = 3/5 \cdot M_5 = -29{,}8$ t · m

$N_3 = 26{,}19 + 3{,}19 = 29{,}38$ t

$M_2 = 2/5 \cdot M_5 = -19{,}9$ t · m

$N_2 = 29{,}38 + 3{,}19 = 32{,}57$ t

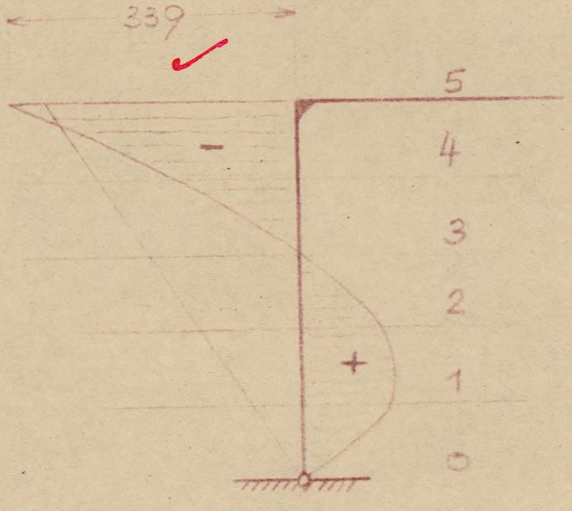
$M_1 = 1/5 \cdot M_5 = -9{,}95$ t · m

$N_1 = 32{,}57 + 3{,}19 = 35{,}76$ t

2 a.) Mit Erddruck, nur Eigengewicht. für Riegel

$M_{5_g} = -33{,}9$ t · m s. Tabelle

$N_g = 16{,}52$ t = Q_g Riegel 1. P. 20



Für die Punkte 3 bis 5 sind Momente ~~ist die Belastung~~ ohne Erddruck grösser, siehe oben, es werden daher nur die Punkte 1 und 2 mit Erddruck untersucht.

1. Zeile S. 23

1.8.14

$M_1 = \frac{1}{5} \cdot -33,9 + 17,4 = -6,8 + 17,4 = +10,6$ t·m

$N_1 = 16,52 + 4 \cdot 3,19 = 16,52 + 12,8 = 29,32$ t

→ 1.8.15

$M_2 = 2/5 \cdot -33,9 + 23,0 = -13,6 + 23,0 = +9,4$ t · m

$N_2 = 16,52 + 3 \cdot 3,19 = 16,52 + 9,6 = 26,12$ t

1.a. S.23.

2 b.) Mit Erddruck und Vollbelastung.

$M_5 = -55,3$ t · m s.Tabelle

$N_5 = 23,0$ t 1.8.20

$M_4 = 4/5 \cdot -55,3 + 8,97 = -35,27$ t · m

$N_4 = 23,0 + 3,19 = 26,19$ t

$M_3 = 3/5 \cdot -55,3 + 19,4 = -13,8$ m

$N_3 = 26,19 + 3,19 = 29,38$

$M_2 = 2/5 \cdot -55,3 + 23 = +0,$ t · m

$N_2 = 29,38 + 3,19 = 32,57$ t

$M_1 = 1/5 \cdot -55,3 + 17,4 = +6,3$ t · m

$N_1 = 32,57 + 3,19 = 35,76$ t

Bemessung der Stiele

Punkt	M / N	M_d	$\sqrt{M}/r$	σ_b +	$f_e = (f_z - \frac{N}{\sigma_z})$	f_e gewählt	f_e vorh.
- 5	- 55.3 *	55.3	255	48	68.2		
		10.0			- 19.2	13 Φ 22	+9.4
	230	65.3	0.357	0.267	49.0		
	1.0.20						
- 4	- 39.7	39.7	223	41	52.7		
		11.4			- 21.8	9 Φ 22	34.2
	2612	51.1	0.405	0.233	30.9		
	1.0.20						
- 3	- 22.6	29.8	206	36.5	43.3		
		12.8			- 24.5	6 Φ 22	22.8
	2936	42.6	0.342	0211	19.0		
- 2	- 19.9	19.9	185	32	34.6		
		14.2			- 27.1	6 Φ 22	22.8
	3257	34.1	0.492	0.187	7.5		
- 2	+ 9.4	9.4	145	24	20.9		
		11.7			21.8	4 Φ 22	15.2
	2012	21.1	0627	0.144			
- 1	- 9.95	9.95	160	27	25.8		
		15.6			29.7	6 Φ 22	22.8
	3576	25.55	0.568	0.161			
					25,0		
+ 1	+ 10.6	10.6	153	27.5	23.5		
		12.7			24.4	4 Φ 22	15.2
	2932	23.3	0.595	0.153			
					0,6		

Für für die letzte Wand
$\sigma_{e\,zul}$ = 1200 kg/cm²;
$\sigma_{e\,zul} \leq$ 1400 "
für Platten

Blatt - 23 -

nicht berücksichtigt - 49,55 mt. ohne Exzentrizität 1. Tabelle

1.0.22

e = ~ 0.45 d , d = 0.95 , h = 0.91 , e = 0.91 - 0.475 =

e = 0.435

10 Berechnung der Querkräfte der Stiele.

Die Horizontalkraft H ist zugleich die Querkraft der Stiele.

s. Bl. 124
Ordinaten der H Linie.

$H_{q+P} = 6{,}15\,t + 2{,}61 \cdot 0{,}215 + 0{,}95 \cdot 0{,}138$

$= 6{,}15\,t + 0{,}56 + 0{,}13 = 6{,}84\,t$

$H_{max} = H_{q+P+B} = 6{,}84 + 0{,}19 = 7{,}03\,t$

$Q_{max} = 7{,}03\,t$, $H_t = -0{,}39\,t$

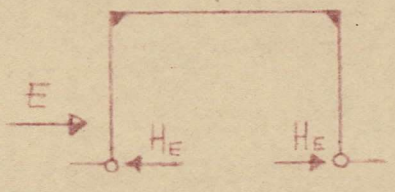
$\tau = \frac{Q}{bo \cdot z}$ $bo = b = 1{,}0\,m$, $d = 0{,}95\,m$

$h = 0{,}91\,m$, $z = 0{,}9 \cdot h$

τ_1 vorh $\frac{7030}{100 \cdot 82} = 0{,}86\,kg/cm^2$ $z = 0{,}82\,m$

Die auftretende Querkraft ist nur ganz gering.

Mit Erddruck ist die Querkraft nach der andern Seite gerichtet.



$H_E = -17{,}48\,t$ s.S. 17

$H_t = -0{,}39\,t$ 1.V.10

$-17{,}87$

$H_g = +4{,}84$ 1.V.7a

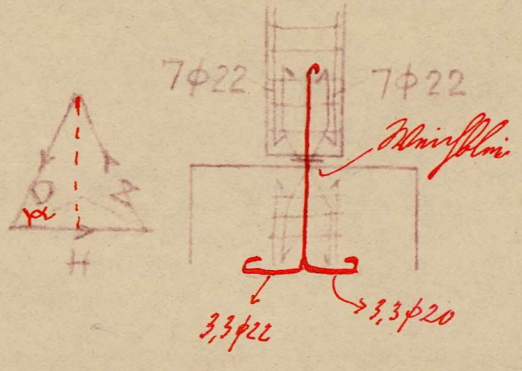
$13{,}03$

$$\tau_{2\,vorh} = \frac{13{,}03}{100 \cdot 82} = 1{,}59\ kg/cm^2$$

Die vorhandene Schubspannung ist kleiner als 6 kg/cm² .

Ein Nachweis der Schubsicherung erübrigt sich.

11. Berechnung der Gelenkbewehrung.



Die Horizontalkräfte im Gelenk werden durch eingelegte Schrägeisen aufgenommen.

H_{max} = 13,03 t , Die Schrägeisen werden in einer Neigung 1 : 2 angeordnet.

tg α = 1 : 2 entspricht sin x = 1 : 2,24

α = ~63°

(Rechenschieber) daraus $z = \frac{13{,}03}{2} \cdot 2{,}24 = 14{,}6$ t

$Z = \frac{H}{2 \cdot \cos\alpha} = 14{,}6$ to

$fe\ erf = \frac{14{,}6}{1{,}2} = 12{,}2\ cm^2$

Es werden 3,3 Ø 22 lfd m angeordnet

$F_e = 12{,}67\ cm^2$

Diese Bewehrung wird für beide Spannungsrichtungen gewählt. Ausserdem wird der Gelenkquerschnitt durch zusätzliche Bügel gut gesichert.

Berechnung für die Aufnahme der Vertikalkräfte.

$N_{max} = 40{,}37 + 11{,}2 = 51{,}57$ t s.S. 38 Berechnung der Fundamente

Zur Druckübertragung wird eine Fläche von

$1{,}0 \cdot 0{,}15 = 0{,}15$ m² herangezogen.

$$\sigma_D = \frac{51{,}57}{0{,}15} = 344 \text{ t/m}^2 = 34{,}4 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_{D\,zul} = 50$ kg/cm² Zur Druckübertragung werden Weichbleistreifen von 1,0 cm Stärke eingelegt.

Eine Bewehrung der Auflagerbank ist bei den geringen Spannungen nicht erforderlich.

Die Weichbleistreifen werden mit einem Bitumenanstrich versehen. Die seitlichen Teile der Gelenkfuge werden mit Asphaltpappe ausgefüllt.

Zur Abdichtung der Gelenkfuge gegen Wasser aus der Hinterfüllung werden Schleifbleche angeordnet, die ebenfalls mit Bitumenanstrich versehen sind.

12. Berechnung der Mindestbewehrung der Stiele.

Normalkraft in Mitte Stiel. s. auch S. 18

$$N_{max} = 24{,}37 + \frac{7{,}0}{2} \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}4 = 24{,}37 + 8{,}0 = 32{,}37 \text{ t}$$

$$F_{vorh} = 0{,}95 \cdot 1{,}0 = 0{,}95 \text{ m}^2$$

ganzer Stiel 16/0 1.a.V. 39

$$hs = 7{,}00 \text{ m}, \quad \frac{hs}{d} = \frac{7{,}00}{0{,}95} = 7{,}4$$

Mindestbewehrung $0{,}5\% + 0{,}3 \cdot \frac{2{,}4}{5}$

$$\mu = 0{,}5 + 0{,}144 = 0{,}644\ \%$$

$$\sigma_{zul} = \frac{W_{b28}}{3} = 75 \text{ kg/cm}^2$$

$$fa_{erf} = \mu \cdot \frac{32370}{75} = 432 \cdot \mu \text{ cm}^2 = 0{,}644 \cdot 432$$

$$fa_{erf} = 27{,}8 \text{ cm}^2$$

Auf jede Seite ist 13,90 cm^2 einzulegen.

gewählt 4 Ø 22 fe = 15,21 cm^2

Etwaige Reibungskräfte aus Erddruck können durch den Überschuss aufgenommen werden.

Bügelentfernung $e = 12 \cdot \delta = 26{,}4$ cm

gewählt $e = 25$ cm

13. Ausbildung der steifen Ecke.

Die Bewehrung der steifen Ecke ist für den Horizontalschnitt (Stiel) und den Vertikalschnitt (Bewehrung des Riegels) ermittelt. Die zul. Betonspannungen werden eingehalten. Die vorgeschlagene Ausrundung der scharfen Ecke musste aufgrund architektonischer Belange wegfallen.

Zur Sicherung der scharfen, rechtwinkligen Ecke wird eine zusätzliche Druckbewehrung von 6 Ø 22 angeordnet. Ausserdem wird der Beton durch zahlreiche Bügel, die in drei Richtungen angebracht sind, gegen etwaige Zugrisse gesichert. An der einspringenden Ecke wird zur Erhöhung der Sicherheit Baustahlgewebe Nr. 7.eingelegt. Von einer Berechnung der Spannungen in der Ecke kann abgesehen werden, da der volle Querschnitt mit den eingelegten Rundeisen die Ecke sichert. Ausserdem sind die Berechnungsgrundlagen für derartige Ecken nur sehr gering. (Berechnung als krummer Stab.)

Φ Rechnet man den Randstreifen des Vorderrades der Dampfwalze nach DIN 1075 §6 Anmerkg, so wird:

$$\frac{P}{v} = \frac{6{,}25}{3{,}36} = 1{,}86\ t/m \quad (1.\ T.\ 3\ u.\ 4)$$

$$M_{I\ max\,q} = 6{,}81 \quad (1.\ Tabelle)$$

$$M_{I\ v} = 0{,}71 \cdot \frac{1{,}86}{0{,}95} \cdot 1{,}28 = 1{,}78\ tm$$

(0,71: 1. Tabelle; 1,28: § (1. T.4))

$$M_{p+\frac{P}{v}} = 8{,}59$$

$$\frac{M_{p+P}}{M_g + M_{p+P}} = \frac{8{,}59}{39{,}37} = 0{,}218$$

(39,37: 1. Tabelle)

$$f_{c\ Randstreifen\ vorhanden} = 0{,}3 \cdot 0{,}218 \cdot 43 = 2{,}81\ cm^2$$

(43: Tabelle)

Es verbleibt für $f_{c\ Bügelbereich} = 4{,}52 - 2{,}81 = 1{,}71\ cm^2$

14 Berechnung der Querbewehrung.

Als untere Querbewehrung ist nach DIN 1075 § 6 ein Bruchteil c des durch Raddruck allein bedingten Anteils der Hauptbewehrung anzusetzen.

$$c = 0{,}10 + 0{,}1 \cdot (b - (t + 2\,s))$$

$b = 2{,}0 + t + 2\,s$ daraus $c = 0{,}1 + 0{,}1 \cdot 2{,}0$

Vorstand 1. B. 3

$$c = 0{,}3$$

Momente aus der Verkehrslast.

M_p	= 6,81 t.m	} 1. Feld	d = 0,75 m
M_{P_V}	= 0,71 "		h = 0,71 "
M_{P_H}	= 5,22 "		b = 1,00 "
	12,74 t.m		

aufgrund der beiden Werte $b = 9{,}20$ u. $b = 9{,}08$ } auf B. 3

$$\sqrt{M} = \sqrt{12740} = 113$$

$$r = \frac{71}{113} = 0{,}628 \,, \qquad \sigma_b / \sigma_e = 26 \text{ kg/cm}^2 / 1400$$

$$t = 0{,}123 \,, \qquad fe = 0{,}123 \cdot 113 = 13{,}9 \text{ cm}^2$$

Als Querbewehrung ist erforderlich

$$fe_q = 0{,}3 \cdot 13{,}9 = 4{,}18 \text{ cm}^2$$

gewählt 4 Ø 12 , fe vorh = 4,52 cm²

15. Berechnung des Geländers.

Nach DIN 1072 § 6 ist als Belastung 80/kg/m in Holmhöhe anzusetzen . h = 1,00 m

Berechnung der Pfosten ; Entfernung 2,70 m

M_{max} = 21600 kg.cm

$W_{erf} = \frac{21600}{100} = 216 \text{ cm}^3$



W_{vorh} = 215,7 cm^3 ⌀13 s.S. 92 Betonkal. I

Es wird vollkantiges Eichenholz verwendet,

σ_{zul} = 110 kg/cm^2

Die Pfosten werden in Rohre eingesetzt, sodass statisch nur der kreisförmige Durchmesser anzusetzen ist.

Berechnung des Holmes . p = 80 kg/ m

$M_{max} = 80 \cdot \frac{2,7^2}{8} = 73 \text{ kg} \cdot \text{m}$

M_{max} = 7300 kg .cm

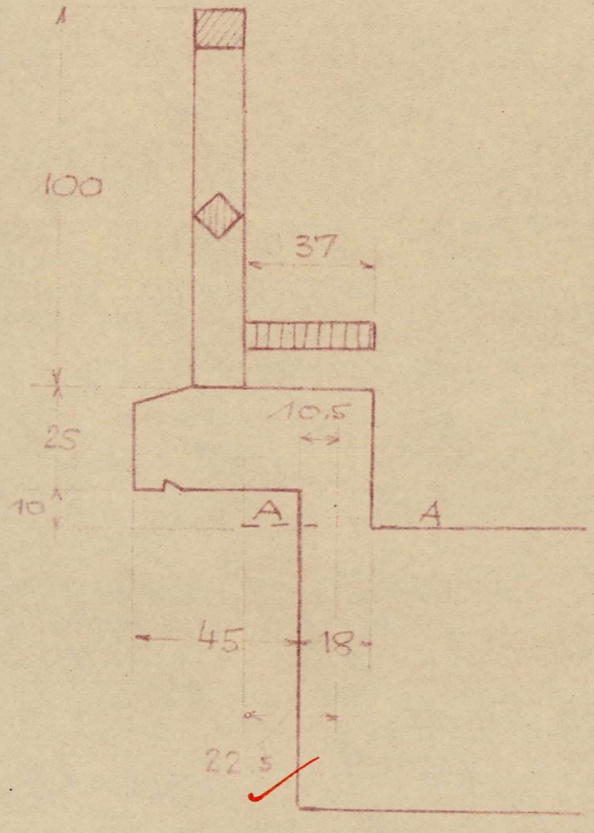
$W_{erf} = \frac{7300}{100} = 73 \text{ cm}^3$

gewählt 10/13 Kantholz

$W_{vorh} = \frac{10 \cdot 13^2}{6} = 281 \text{ cm}^3$

Als wagerechte Stäbe wird Kantholz 8 x 8 angeordnet.

16 Berechnung der Konsole .



Es wird Schnitt A - A untersucht.

Geländerdruck 80 kg/ m. Eigengewicht =

Beton $0,25 \cdot 0,63 \cdot 2,4 = 0,378$

Verkehrslast

$0,37 \cdot 0,5 = 0,185$

Moment

$M_{max} = 0,080 \cdot 1,35 + 0,378 \cdot 0,225$
$0,185 \cdot 0,105$

$= 0,108 + 0,085 + 0,019$

$M_{max} = 0,212$ t . m

$d = 18$ cm , $h = 15$ cm , $b = 1,0$ m

$\sqrt{212} = 14,58$ $= \frac{15}{14,58} = 1,03$

$\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \frac{1200}{15}$, t = ~~0,0747~~

fe = $0,0\frac{844}{747} \cdot 14,58 = 1,\frac{23}{07}$ cm^2 ; w^d $f_{e\,vorh} = \frac{21200}{1200 \cdot \frac{7}{8} 15} = 11,35$ cm^2

gewählt 5 Ø 8 mm

fe vorh = 2,51 cm^2

17. Berechnung der Flügelmauern.

Die Flügelmauern werden als Parallelflügel ausgebildet.

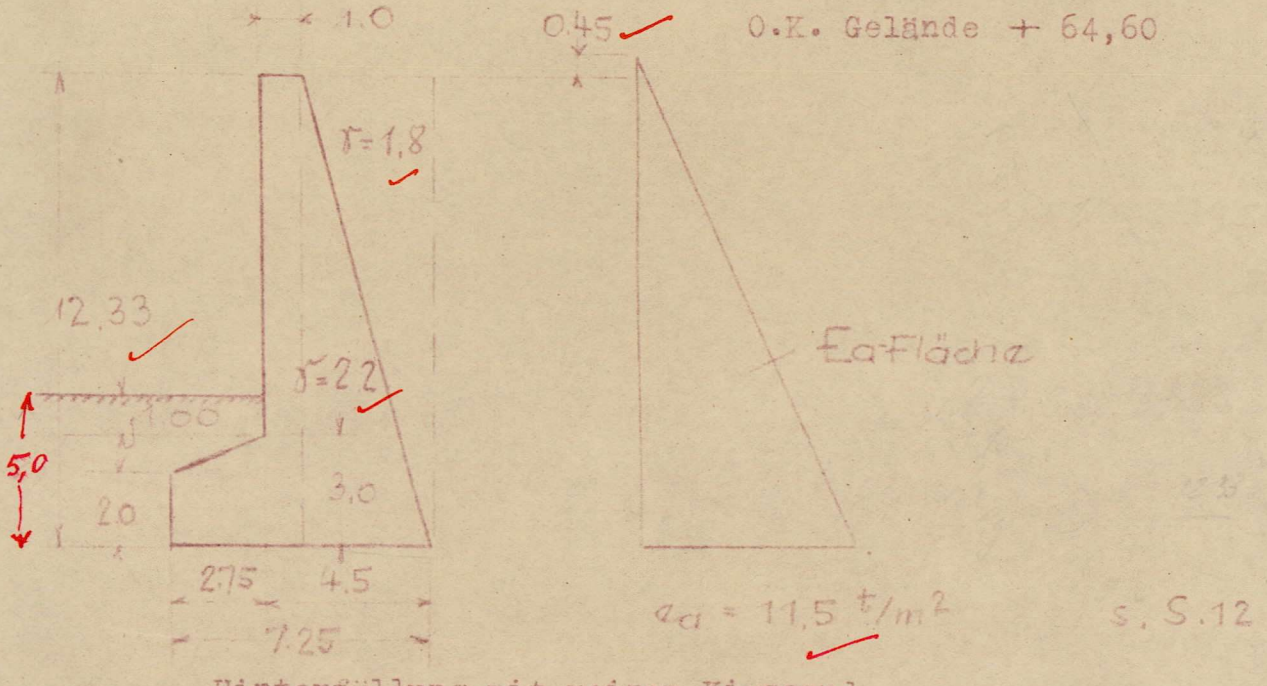
Berechnung für 1 lfd. m

O. K. Strasse liegt auf + 72,93

U. K. Fundamente " " + 60,60

12,33 m

$\sigma_{D\,zul}$ = 4,5 kg/cm² 1.Bl 1.



Hinterfüllung mit reinem Kiessand.

γ = 1,8 t/m³ , φ = 32° 30', δ = 22,5° 1.Bl 12

nach "Krey " S. 312 ist λ_a = 0,271

angesetzt wird nach " Rendulic " λ = 0,5

Als Auflast p = 0,8 t/m² 1.a.B. 13 wie bei lastwagen angesetzt.

Ersatzhöhe $h' = \frac{0,8}{1,8} = 0,445$ m

$h = 12,33 + 0,45 = 12,78 \text{ m}$

$e_a = \gamma \cdot h \cdot \lambda_a \cdot \cos \delta_a \qquad \delta_a = 0°$

$e_a = 1,8 \cdot 12,78 \cdot 0,5 = 11,5 \text{ t/m}^2$

$E_a = \frac{11,5 \cdot 12,78}{2} = 73,5 \text{ t}$

Diese Kraft wirkt wie in $h/3 = \frac{12,78}{3} = 4,26 \text{ m}$

$M_{E_a} = 73,5 \cdot 4,26 = 313 \text{ t} \cdot \text{m}$

Berechnung des Eigengewichtes der Stützmauer einschliesslich Erdkeil.

$N = 12,33 \cdot 1,0 \cdot 2,2 = 27,2 \text{ t}$

$+ 12,33 \cdot \frac{3,5}{2} \cdot 2,2 = 47,5 \text{ t}$

$+ 12,33 \cdot \frac{3,5}{2} \cdot 1,8 = 38,8 \text{ t}$

$+ 2,75 \cdot \frac{2,0+3,0}{2} \cdot 2,2 = 15,1 \text{ t}$

$+ 2,75 \cdot \frac{1,0+2,0}{2} \cdot 1,8 = 7,4 \text{ t}$

$N = 136,0 \text{ t}$

Nach Hütte III. S. 104 kann als Reibungswert von Mauerwerk auf Kies und Sand $\mu = 0,60$ zugelassen werden.

$R = \mu \cdot N = 0,6 \cdot 136,0 = 81,6 \text{ t} > E_a = 73,5 \text{ t}$

Gleitsicherheit vorhanden.

Ausserdem wirkt vor der Mauer noch: $e_{a_1} = 1,8 \cdot 5 \cdot 0,5 = 4,5 \text{ t/m}^2$,
mithin $E_{a_1} = \frac{4,5 \cdot 5}{2} = 11,3 \text{ to}$, sodass $E_R = E_a - E_{a_1} = 62,2 \text{ to}$

Moment um die Vorderkante des Fundamentes.

$$M = 27{,}2 \cdot \left(2{,}75 + \frac{1{,}0}{2}\right) = 88{,}5$$

$$+ 47{,}5 \cdot \left(3{,}75 + \frac{3{,}5}{3}\right) = 234{,}00$$

$$+ 38{,}8 \cdot \left(3{,}75 + \frac{2 \cdot 3{,}5}{3}\right) = 236{,}00$$

$$+ \sim 15{,}1 \cdot \frac{2{,}75}{2} = 20{,}80$$

$$+ 7{,}4 \cdot \frac{2{,}75}{2} = 10{,}20$$

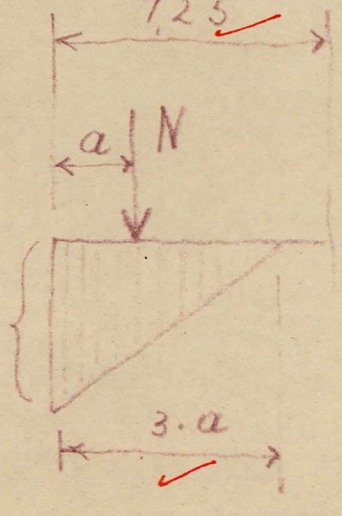
$$M = 589{,}50$$

$$M_{Rest} = 589{,}5 - 313{,}0 = 276{,}5$$

$$a = \frac{276{,}5}{136{,}0} = 2{,}04 \text{ m} \qquad a = \text{Hebelarm}$$

$$\sigma_{vorh} = \frac{2 \cdot N}{3 \cdot a} = \frac{2 \cdot 136}{3 \cdot 2{,}04} = 44{,}4 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{vorh} = 4{,}44 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{D\,zul}^{6,12} = 4{,}5 \text{ kg/cm}^2$$



Bodenpressungen

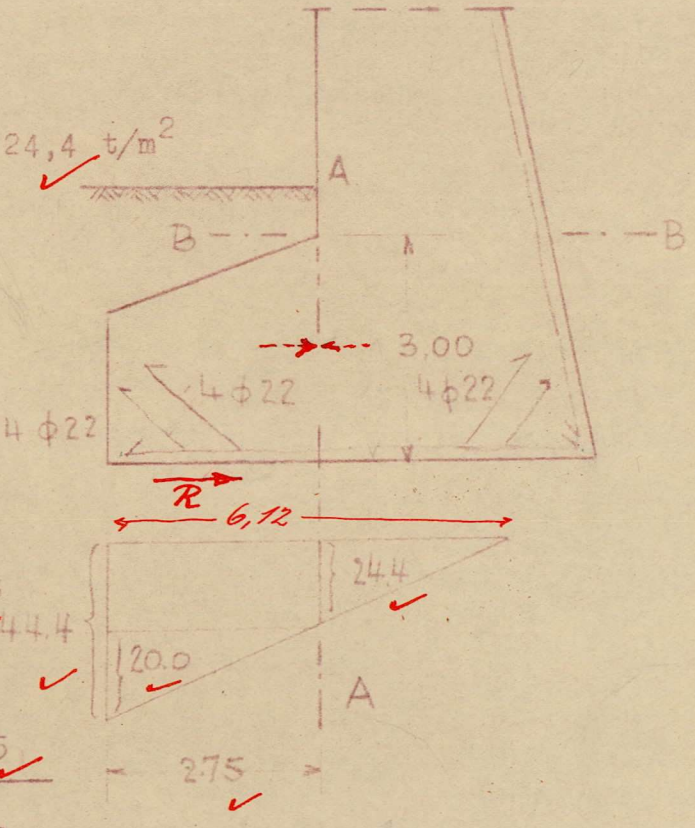
$\sigma = 4{,}44$ —

Berechnung der Eiseneinlagen in der Fundamentplatte.

$\sigma_{Dmax} = 44,4 \text{ t/m}^2$

$6,12 - 2,75 = 3,37$

$\sigma_A = 44,4 \cdot \frac{3,37}{6,12} = 24,4 \text{ t/m}^2$



Biegungsmoment aus

der Bodenpressung

$M = \frac{24,4 \cdot 2,75^2}{2} = 92,3$

$+ \frac{20,0 \cdot 2,75^2 \cdot 2}{2 \cdot 3} = 50,5$

$M_{max} = 142,8 \text{ t} \cdot \text{m}$

$d = 3,00 \text{ m}, \quad h = 2,95 \text{ m} \quad b = 1,0 \text{ m}$

$\sqrt{M} = \sqrt{142\,800} = 378$

$r = \frac{295}{378} = 0,76, \quad \frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{19}{1200}$

$t = 0,116$

$fe = 0,116 \cdot 378 = 43,8 \text{ cm}^2$

fe gewählt 12 Ø 22, $fe = 45,6 \text{ cm}^2$

Würde man die anteilige Lastverteilung R berücksichtigen, so ergäbe sich $M_{max} < 142,8$ mt. Aus Sicherheitsgründen wurde davon abgesehen.

$$Q = \frac{44,4 + 24,4}{2} \cdot 2,75 = \frac{68,8}{2} \cdot 2,75$$

$$Q = 94,5\ t, \qquad \tau = \frac{Q}{b \cdot z}, \qquad m = 63,2 = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$$

$$z = \mu \cdot h = 0,937 \cdot 2,95 = 2,76\ m$$

$$\tau = \frac{94,5}{1,0 \cdot 2,76} = 34,2\ t/m^2 = 3,42\ kg/cm^2$$

Nachweis der Schubsicherheit nicht erforderlich. Es werden 8 Ø 22 abgebogen.

Untersuchung der Spannungen in Schnitt B - B .

$h = 12,78 - 3,0 = 9,78\ m$ $\qquad 12,33 - 3,0 = 9,33$

$e_a = 1,8 \cdot 9,78 \cdot 0,5 = 8,8\ t/m^2$, $\quad b = 3,65\ m$

$$E_a = \frac{8,8 \cdot 9,78}{2} = 43,0\ t$$

$$M_{E_a} = \frac{43,0 \cdot 9,78}{3} = 140\ t \cdot m$$

$$N = 9,33 \cdot 1,0 \cdot 2,2 = 20,5\ t$$

$$+ \ 9,33 \cdot \frac{2,65}{2} \cdot 2,2 = 27,2\ t$$

$$+ \ 9,33 \cdot \frac{2,65}{2} \cdot 1,8 = 22,2\ t$$

$$N = 89,9\ t$$

Moment um die Querschnittsvorderkante.

$$M = 20{,}5 \cdot 0{,}5 = 10{,}25 \text{ t} \cdot \text{m}$$

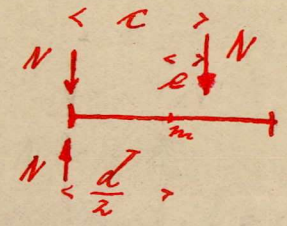
$$+ 26{,}7 \cdot \left(1{,}0 + \frac{2{,}65}{3} \right) = 50{,}00 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$+ 21{,}8 \cdot \left(1{,}0 + \frac{2 \cdot 2{,}65}{3} \right) = 60{,}40 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_N = 120{,}65 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Querschnittsbreite $b = 3{,}65$ m

Moment um die Querschnittsmitte.



$$M = -M_{E_a} + M_N - N \cdot \frac{3{,}65}{2}$$

$$= -140 + 120{,}65 - 69{,}9 \cdot 1{,}83$$

$$= -140{,}0 + 120{,}65 - 128{,}0 = -147{,}35 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$M_m = e \cdot N = N(c - \frac{d}{2}) = M_N - N \cdot \frac{d}{2}$

Der Querschnitt muss eine Bewehrung erhalten.

$$e = 0{,}45 \cdot d = 1{,}64 \qquad d = > 3{,}60 \text{ m}$$

$$M_e = M + N \cdot e = 147{,}35 + 69{,}9 \cdot 1{,}64$$

$$= 147{,}35 + 115{,}0 = 262{,}35 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$h = 3{,}55$ m, $\sqrt{262350} = 512$

$$r = \frac{355}{512} = 0{,}692, \qquad \frac{\sigma_b = 21{,}5}{\sigma_a = 1200}$$

$t = 0{,}130$

$$fe = 0{,}130 \cdot 512 - \frac{69{,}9}{1{,}2} = 66{,}5 \text{ cm}^2 - 58{,}0 \text{ cm}^2$$

$fe\ erf = 8{,}5 \text{ cm}^2$

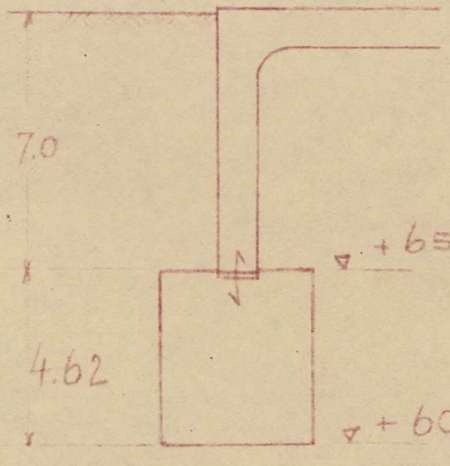
gewählt wird 2,5 Ø 22 , fe = 9,5 cm^2

Es wurde das angegebene starke Eisen zur Erleichterung der Bauausführung gewählt.

Die gewählte Konstruktion der Flügelmauern entspricht auch den in Beton und Eisen Heft 10, 1939 angegebenen " Neuesten Erkenntnissen und Folgerungen."

Die erhaltene Konstruktion ist erheblich stärker, als üblich. Es werden aber auch keinerlei Rissbildungen an den Flügelmauern zu beobachten sein.

18. Berechnung der Fundamente.



Belastungen:

vom Riegel s. S. 18

Q_{max} = 24,37 t

Stiel 0,95·7,0·2,4 = 16,00 t

N = 40,37

Trotzdem die Erddruckkraft mit $\delta = 0$ berechnet ist, soll zur Sicherheit auch der Fall untersucht werden, dass

$\delta = 2/3 \cdot \varphi = 22,5°$ ist ($\varphi \rightarrow 32,5°$) $\quad \sin 22,5° = 0,383$

$$E_{a_v} = \frac{\gamma \cdot h^2}{2} \cdot \lambda a \cdot \sin\delta = \quad \text{s.S. 12 u. 13}$$

$$= \frac{1,8 \cdot 8,05^2}{2} \cdot 0,5 \cdot 0,383 = 11,2 \text{ t}$$

$E_{a_{v\,1}} = 11,2$ t Vertikalkraft

Zu N = 40,37 gehört eine Horizontalkraft

$H_{q+P} = 6,15 \text{ t} + 2,61 \cdot 0,00 + 0,95 \cdot 0,139$, s.S. 17b

$H_{q+P} = 6,15 + 0,13 = 6,28$ t $\quad P_H = 2,61$

$P_V = 0,95$

$H_E = -17,48$ t s.S. 17 (unter Erddruck) $\quad P_V = 0,9625$

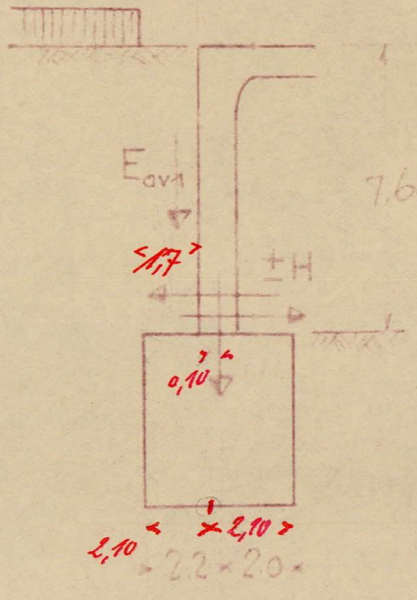
Die Erddruckkraft auf das Fundament beträgt

$h = 8,05 + 4,62 = 12,67$

für 0,271 statt 0,5, weil feste Böden.

$e_{a_o} = \gamma \cdot h \cdot \lambda_a \cdot \cos\delta = 1,8 \cdot 8,05 \cdot 0,271 \cdot 0,924 = 3,62\ t/m^2$

$e_{a_u} = 1,8 \cdot 12,67 \cdot 0,271 \cdot 0,924 = 5,7\ t/m^2$, λa nach Krey



Da die Kraft H_E mehr als doppelt so gross wie H_{q+p} ist, tritt die ungünstigste Belastung des Fundamentes bei voller Belastung und Erddruck auf.

Ausserdem wird der Bauzustand ohne Hinterfüllung

untersucht.

Grösste Belastung.

Belastung auf dem Riegel = Null.

1. a. S. 13

Belastung auf der Hinterfüllung $p = 0,8\ t/m^2$

wie S. 12, 13 angegeben.

Normalkräfte Q_g Riegel $= 2,36 \cdot \frac{14,0}{2} = 16,5\ t$

Stiel $= 16,0\ t$

$32,5\ t$

Erde $1,7 \cdot 7,605 \cdot 1,8$ $23,3$

$N = 55,8\ t$

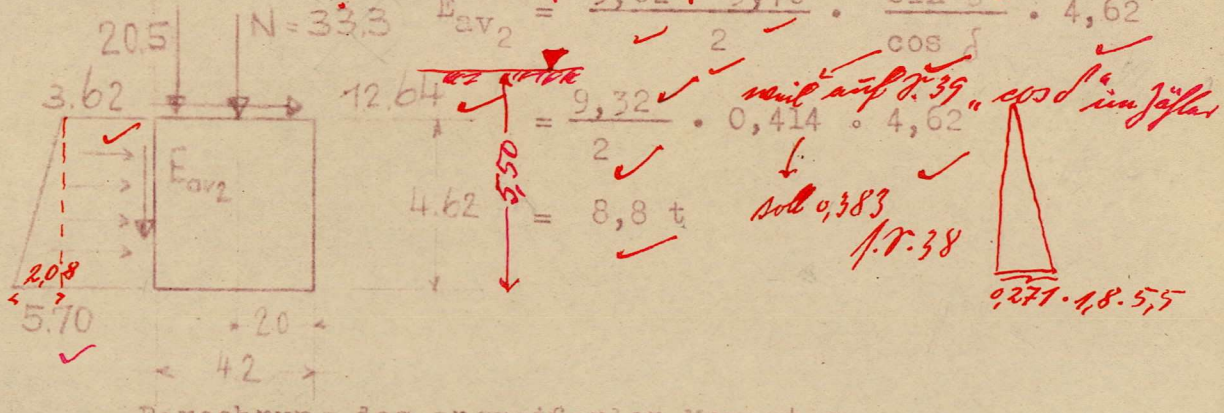
Übertrag $N = 55,8$ t

Eigengewicht des Fundamentes $4.62 \cdot 4.2 \cdot 2.4$ $46,6$ t

$N_{max} = 102,4$ t

Horizontalkräfte

$H_{max} = H_g + H_E = 4,84 - 17,48 = -12,64$ t



$E_{av_2} = \frac{3,62 + 5,70}{2} \cdot \frac{\sin\delta}{\cos\delta} \cdot 4,62$

$= \frac{9,32}{2} \cdot 0,414 \cdot 4,62$

$= 8,8$ t

Berechnung des angreifenden Momentes.

$12,64 \cdot 4,62$	$= 58,5$	
$+ \frac{3,62 \cdot 4,62^2}{2}$	$= 38,6$	
$+ \frac{2,08 \cdot 4,62^2}{2 \cdot 3}$	$= 7,4$	
		$+ 33,3 \cdot 0,10 = 3,3$
		$104,5$
M_a	$= 104,5$ t.m	$107,8$

Berechnung der widerstehenden Momentes.

$23,3 \cdot 1,35$	$= 31,5$	$29,2$
$+ 11,2 \cdot 0,5$	$= 5,6$	$4,48$
$+ 8,8 \cdot 2,1$	$= 18,5$	
$+ \frac{1,8 \cdot 5,5^3}{6} \cdot 0,271 \cdot 0,93$	$= 9,3$	soll $12,6$
	$64,9$ t . m	

genau 64,78

$$M = 107{,}8 - 64{,}9 = 42{,}9 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$N = 102{,}4 + 11{,}2 + 8{,}8 = 122{,}4 \text{ t}$$

$$F = 4{,}2 \text{ m}^2 \quad , \quad W = \frac{1{,}0 \cdot 4{,}2^2}{6} = 2{,}94 \text{ m}^2$$

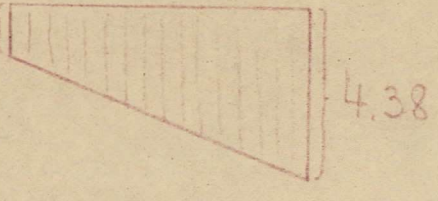
$$\sigma_{1,2\,\text{vorh}} = \frac{122{,}4}{4{,}2} \pm \frac{42{,}9}{2{,}94} = 29{,}2 \pm 14{,}6$$

$$\sigma_{1\,\text{vorh}} = 43{,}8 \text{ t/m}^2 = 4{,}38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{2\,\text{vorh}} = 14{,}6 \text{ t/m}^2 = 1{,}46 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{D\,\text{zul}} = 4{,}5 \text{ kg/cm}^2$$

146



Die zulässige Bodenpressung würde eingehalten.

Bodenpressungen.

Bauzustand.

Da beim Bauzustand nur geringe Horizontalkräfte auftreten, kann auf einen Nachweis der Bodenpressungen verzichtet werden.

Aufgestellt:

Wuppertal-Barmen, den 26. Mai 1939.

Dr.-Ing.

Rechnerisch geprüft:

Wuppertal-Barmen, den 26.5.39