



Sächsische Baumeister-Prüfungsarbeiten

Deutscher Techniker-Verband

Leipzig, [1909]

Erläuterungsbericht, Hydrostatische Berechnung und Berechnung des
Fassungsraumes, Analytische Berechnung, Kostenberechnung und
Preisentwicklung zum Entwurf zu einem Hochbehälter aus Stampfbeton zu

...

[urn:nbn:de:hbz:466:1-98881](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-98881)

Entwurf zu einem Hochbehälter aus Stampfbeton zu einem Wasserwerk für eine mechanische Weberei mit Färberei und Appretur.

Erläuterungsbericht.

Der Hochbehälter faßt 2155,2 cbm Wasser, einschließlich der vorgesehenen Reserve von 600 cbm. Er ist zweiteilig geplant worden, jeder Teil umschließt die Hälfte des Gesamthaltens, also 1077,6 cbm. Den Anforderungen der Aufgabe gemäß wurde der Raum für den Behälter durch Ausschachtung gewonnen. Der ausgeschachtete Kies soll zur Anschüttung, sowie als Baumaterial verwendet werden.

Der Zufluß zum Behälter findet aus dem vorhandenen Sammelbrunnen bzw. Wasserschlosse durch eine gußeiserne Rohrleitung statt. Die Füllung des Behälters geschieht innerhalb 36 Stunden, dadurch ist ein Ausgleich gegeben für die Ruhezeit der Weberei, die von Sonnabend abends 6 Uhr bis Montag früh 6 Uhr währt. Am Behälter ist ein Überlauf angebracht, der einem plötzlich vermehrten Zufluß Rechnung trägt. Für die Konstruktion des Hochbehälters wurde das günstigste Grundrißverhältnis, Breite zur Tiefe für eine Kammer wie 3 : 4, gewählt. Um ein gutes Fundament für das gesamte Bauwerk zu gewinnen, wurde die Sohle 40 cm stark angenommen. Die senkrechten Konstruktionsteile, Zwischenwand, Stirnwände und Grundmauern des Schieberhäuschens wurden als eingespannt berechnet, im Hinblick auf die dadurch zu erzielende Materialersparnis und Verminderung der Baukosten. Diese Berechnungsweise ist zulässig. Sie wird bestätigt durch bereits vorliegende praktische Erfahrungen und durch verschiedene Bauausführungen dieser Art, die sich vorzüglich bewährt haben. Auch in der technisch-wissenschaftlichen Literatur ist die Zulässigkeit einer solchen Berechnungsweise nachgewiesen worden. Die Sohle des Behälters ist an den Enden hochgezogen worden, um auf diese Weise dem nach unten immer stärker werdenden Widerlager des Endgewölbes entgegenzukommen. Mit einer besseren Reinigungsmöglichkeit des Behälters verbindet sich dabei zugleich eine wesentliche Ersparnis an Baustoffen.

Für die Konstruktion der Gewölbe wurden Beziehungen festgestellt zwischen der Gewölbescheitelstärke, der zugehörigen Sehne und den Radien. Um an Baukosten zu sparen, wurden die einzelnen Gewölbe durch Pfeiler unterstützt.

Den beiden Behälterkammern ist eine kleine Ventilkammer als Zugang und Bedienungsraum vorgelagert worden. In dieser befinden sich sowohl die Zufluß- als auch die Abflußleitung, der Verschluß beider wird durch Schieber geregelt. Der Bequemlichkeit halber sind die Schieber über Flur angeordnet worden, also vom Fußboden des Schieberhäuschens aus zu bedienen, nur der Leerlaufschieber ist zur Vermeidung eines etwaigen irrtümlichen Öffnens der Entleerungsleitung unmittelbar im Schieberkeller mittels Handrades zu bedienen. Zur besseren Übersichtlichkeit des jeweiligen Schieberstandes wurden im oberen Raum Ständer mit Zeigerwerk verwendet. Der Zu- bzw. Abfluß ist in Verteilungstöpfe geführt worden, um Reibungswiderstände beim Durchfluß des Wassers nach Möglichkeit auf ein Mindestmaß zu beschränken. Die Zusammenführung der gußeisernen Rohrleitungen wurde mit handelsüblichen Formstücken derart konstruiert, daß die bebaute Fläche des Schieberhäuschens eine möglichst geringe wurde.

Es ist ferner senkrecht zwischen Zu- und Abfluß ein besonderer Schieber eingebaut worden zur Ausschaltung beider Kammern des Hochbehälters, ohne damit zugleich die Zuführung des Wassers zur Weberei zu unterbrechen. Diese Einrichtung bietet den weiteren Vorteil, für einen vor

dem Hochbehälter befindlichen Hydranten einen möglichst hohen Druck zu haben. Der Hydrant dient zu Löschzwecken bei etwaigen Bränden von Strohfeimen, die in der Nähe vorhanden sind, zudem zur Besprengung des Strauch- und Buschwerkes, mit welchem die Hochbehälteranlage an Stelle eines Zaunes umpflanzt ist. Auch die Möglichkeit ist gegeben, beim Füllen des Behälters die Luft durch diese Leitung entweichen zu lassen. Ein Wasserstandsfernmelder soll den mit der Beaufsichtigung des Hochbehälters betrauten Wärter bzw. Fabrikbeamten jederzeit über den Wasserstand im Behälter unterrichten. Zur dauernden Entlüftung der Abflußleitung dient er außerdem.

Der Zugang zu den Behälterkammern ist durch das Schieberhäuschen zu nehmen und wird durch Treppen vermittelt, die der Verkehrssicherheit wegen parallel zur Mittelwand angelegt worden sind. Die Zugänge zu beiden Kammern sind voneinander getrennt, damit bei Reinigung der einen Kammer die andere geschlossen bleiben kann und so gegen Verschmutzung geschützt ist. Diese Anordnung erschien hygienisch einwandfrei. Zur Belichtung des Behälters bei der Reinigung sind je zwei Lichtschächte angeordnet worden, die mit gußeisernen Verschlußdeckeln für Wagenverkehr versehen sind. Zur Ventilation sind Lüftungsrohre vorgesehen worden.

Für die Entleerung einer Kammer ist eine besondere Entleerungsleitung, die nach einem Sumpfe führt, angelegt worden. Die Wasserentnahme erfolgt in Sohlenhöhe, und zwar an mehreren Stellen zu gleicher Zeit. Dadurch tritt eine Bewegung des Wassers im ganzen Behälter ein.

Der Bedienungsraum ist durch ein Häuschen umbaut worden, das sich im Sinne des Heimatschutzes dem Landschaftsbilde gefällig einfügt.

Zum Schutze gegen äußere Temperatureinflüsse ist der Behälter mit den bei den Ausschachtungsarbeiten gewonnenen Erdmassen 1,50 m hoch allseitig zu bedecken.

Bautzen, am 14. März 1912.

Hermann Hertwig.

II.

Hydrostatische Berechnung.

1. Berechnung der Zuflußleitung zur mechanischen Weberei.

Nach den Anforderungen der Aufgabe soll die zu berechnende Rohrleitung imstande sein, der Fabrik die erforderliche Verbrauchswassermenge zuzuführen, ohne daß beim Höchstverbrauch der Versorgungsdruck an der Entnahmestelle im Fabrikgrundstück unter 2 Atmosphären sinkt. Die Durchgangsgeschwindigkeit v soll 1 m nicht wesentlich übersteigen. Zur Bestimmung des Rohrdurchmessers ist es nötig, das verfügbare Gefälle und die Länge der Leitung vom Hochbehälter nach dem Fabrikgrundstück, sodann die erforderliche Wassermenge zu berechnen.

Die Länge der Wasserleitung von der Mitte des Hochbehälters einschließlich des senkrechten Abstandes von Straßenmitte beträgt 750 m.

Höhenunterschied zwischen dem Baugelände des Hochbehälters und dem Gelände des Fabrikgrundstückes = 34,26 m

Hierzu Rohrdeckung in der Weberei = 1,50 "

Vorläufiger äußerer Rohrdurchmesser = 0,11 "

35,87 m

Hiervon ab: Differenz zwischen Baugelände und Achse der Abflußleitung = 3,21 "

Das verfügbare Gefälle beträgt somit = 32,66 m

Die Berechnung der Versorgungsleitung soll unter der Voraussetzung eines 12 — 2 = 10stündigen Fabrikbetriebes und eines gleichmäßigen Wasserabflusses während dieser Zeit erfolgen. Dabei sind von den in der Aufgabe genannten 12 Stunden 2 Stunden für Mittags- und Vesperpausen in Abzug gebracht worden. Geringe Schwankungen durch Entnahme zu Trink- und Kochzwecken, Besprengen der Höfe und Gärten, Benutzung von Spülklosetts, Betrieb von Springbrunnen als natürlicher Wasserstandsanzeiger und dergl. bleiben ohne Berücksichtigung.

Entfernung des Hochbehälters vom Fabrikgrundstück = 750,0 m

Hiervon ab: bis Mitte Verteilungstopf = 2,1 "

747,9 m

Hierzu: Entfernung von Mitte Verteilungstopf bis 1. Einlaufstelle = 6,0 "

Gesamte Leitungslänge: 753,9 m

Es wird vorausgesetzt: Entnahmezufuß, ferner 10stündiger Fabrikbetrieb (12 — 2 Stunden).

Die während des Fabrikbetriebs in einer Arbeitswoche zufließende Wassermasse beträgt ausschließlich der Reserve:

von Sonnabend abend bis Montag morgen $36 \cdot 3600 \cdot 12$ = 1555,2 cbm

von Montag morgen bis Sonnabend abend $5,5 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 12$ = 5702,4 "

zusammen 7257,6 cbm

Bei 10stündiger gleichmäßiger Entnahme würde der Fabrik zugeführt werden können:

an einem Tage = $\frac{1}{10} 7257,6$ = 1209,6 cbm

Der stündliche Verbrauch wäre somit $\frac{1}{10} \cdot 1209,6$ = 120,96 "

Der Verbrauch für eine Sekunde berechnet sich zu $\frac{120,96}{60 \cdot 60}$ = 0,0336 "

Das sind 33,6 sec/l.

Für diese Wassermenge ist die Zuflußleitung nach der Fabrik zu berechnen.

Am Auslauf in der Weberei soll ein Druck von mindestens 2 Atmosphären vorhanden sein, es verbleibt somit ein Höhenunterschied von $32,66 - 20,00 = 12,66$ m. Auf 1 m Leitungslänge kommt demnach ein spezifischer Druckhöhenverlust von

$$12,66 : 753,9 = 0,01673 \text{ m oder}$$

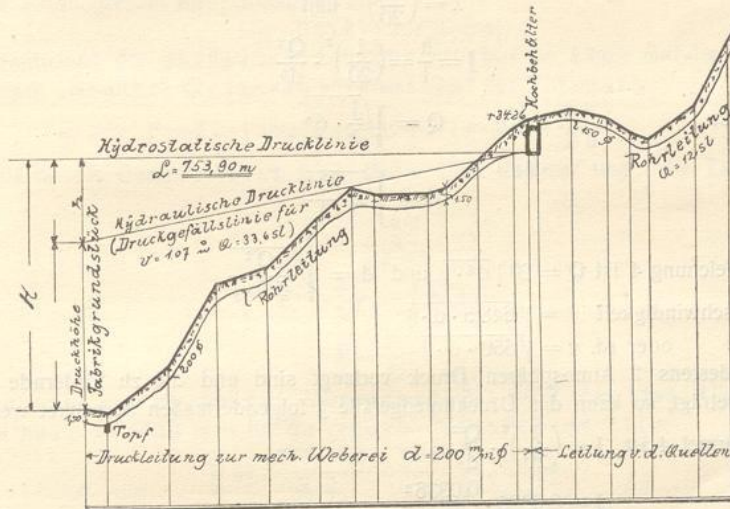
$$\text{das Druckliniengefälle beträgt } 753,9 : 12,66 = \frac{1}{59,6}$$

Für einen Rauigkeitswert von $m = 0,25$ bei dem vorhandenen Spiegelgefälle ist, vorhandenen Zahlentafeln für volllaufende Kreisprofile entsprechend,

$$Q = 31 \text{ sec/l; } v = 1,32 \text{ m für 175 mm } \varnothing \text{ weite Rohre und}$$

$$Q = 44 \text{ sec/l; } v = 1,43 \text{ m für 200 mm } \varnothing \text{ weite Rohre.}$$

Eine Rohrleitung von 175 mm Lichtweite wäre nicht imstande, die gewünschte Wassermenge von 33,6 sec/l abzuleiten, mithin wird das höhere Normalrohr von 200 mm Durchmesser gewählt.



Nach Formel No. 31 des von Prof. Schmidgen herausgegebenen Lehrheftes zum Gebrauche beim Unterricht an der Königl. Tiefbauschule in Zittau bestimmt sich der Versorgungsdruck folgendermaßen:

Es bezeichne

Q die in der Zeitsekunde durch ein Querprofil F abfließende Wassermenge,

F den Flächeninhalt des benetzten Profils,

$v = \frac{Q}{F}$ die mittlere Profilgeschwindigkeit,

c einen Erfahrungsbeiwert (Koeffizient), der die Widerstände berücksichtigt, die das Wasser beim Abfluß zu überwinden hat,

p den vom Wasser benetzten Umfang,

h die Druckhöhe, hier die lotrechte Tiefe des Schwerpunktes unter der Wasseroberfläche bzw. Druckhöhengefällslinie,

J das relative Gefälle,

R den hydraulischen Radius = Quotient aus dem vom Wasser berührten Querschnitt in qm und dem benetzten Umfang in m ,

d den Rohrdurchmesser.

Die Geschwindigkeit $v = c \sqrt{R \cdot J}$

$$R = \frac{F}{p}$$

und für die zugehörige Wassermenge

$$Q = F \cdot v$$

$$= F \cdot c \sqrt{R \cdot J} = c \sqrt{\frac{F^3}{p} \cdot J}$$

1.,

2.,

Die Berechnung der Rohrweiten stützt sich auf die folgenden Gleichungen, welche die Beziehung zwischen Wassermenge, Druckhöhenverlust und Rohrdurchmesser d ausdrücken.

Aus Formel 1 ergibt sich für vollaufende Kreisprofile

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; p = \pi \cdot d$$

$$J = \frac{64}{c^2 \cdot \pi^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5} = \lambda \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad 3.,$$

Für λ ist einzusetzen $\frac{6,485}{c^2}$

Nach Eytelwein, Lehrheft „Schmidtgen“, Seite 35 gilt für

$$c = 50,93$$

$$\lambda = \left(\frac{1}{20}\right)^2 \text{ und}$$

$$J = \frac{h}{l} = \left(\frac{1}{20}\right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5} \quad 4.,$$

Ferner ist

$$Q = \sqrt{\frac{J}{\lambda} \cdot d^5}$$

$$d = \sqrt[5]{\lambda \cdot \frac{Q^2}{J}} \quad 5.,$$

$$\text{Nach Gleichung 4 ist } Q = 20 \sqrt{d^5 \cdot J} \text{ und } d = \sqrt[5]{\frac{Q^2}{400 \cdot J}} \quad 6.,$$

Die Geschwindigkeit $v = \sqrt{648,5 \cdot d \cdot J}$

$$\text{oder rd. } v = \sqrt{650 \cdot d \cdot J} \quad 7.,$$

Da mindestens 2 Atmosphären Druck verlangt sind und die zu fördernde Wassermenge $Q = 33,6 \text{ sec/l}$ beträgt, so kann das Druckliniengefälle J folgendermaßen berechnet werden.

Nach Formel 4 ist $J = \left(\frac{1}{20}\right)^2 \cdot \frac{Q^2}{d^5}$

$$J = 0,0025 \cdot \frac{0,0336^2}{0,20^5}$$

$$\text{Berechnung: } 2 \cdot \log. 0,0336 = 2 \cdot 0,5263393 - 2 = 0,0526786 - 3$$

$$5 \cdot \log. 0,20 = 5 \cdot 0,3010300 - 1 = 0,5051500 - 4$$

$$\log. \frac{Q^2}{d^5} = 0,5475286$$

$$\log. 0,0025 = 0,3979400 - 3 = 0,3979400 - 3$$

$$\log. J = 0,9454686 - 3$$

$$\text{Druckliniengefälle } J = 0,00882 \text{ m}$$

$$\text{Der wirkliche Versorgungsdruck } h = 0,00882 \cdot 753,9 = 6,65$$

$$H = 32,66$$

$$26,01 \text{ m}$$

oder rund **2,6 Atmosphären.**

Nach Formel 7 ist $v = \sqrt{650 \cdot d \cdot J} = \sqrt{650 \cdot 0,20 \cdot 0,00882}$

$$\text{Berechnung: } \log. 650 = 2,81292$$

$$\log. 0,20 = 0,30103 - 1$$

$$\log. 0,00882 = 0,94458 - 3$$

$$4,05853 - 4$$

$$\log. \sqrt{} = 0,05853 : 2$$

$$\log. v = 0,02927$$

$$\text{Wassergeschwindigkeit } v = 1,07 \text{ m}$$

Die verlangte mittlere Geschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung von $v = 1,00 \text{ m}$ wird also nicht wesentlich überschritten.

2. Berechnung der wirtschaftlichsten Grundrißform für den nutzbaren Fassungsraum.

Bei der Berechnung des nutzbaren Fassungsraumes für den zu errichtenden Hochbehälter ist der Aufgabe gemäß vom Zufluß aus dem Wasserschlosse bzw. den Quellen auszugehen. Der Zufluß beträgt 12 Liter in der Sekunde. In der Zeit der größten Ruhepause, wo also keine Entnahme in der Weberei stattfindet, soll sich der Behälter füllen. Die Zeit der größten Ruhepause währt von Sonnabend abend 6 Uhr bis Montag morgen 6 Uhr. Der Zufluß im Hochbehälter beträgt während dieser 36 Stunden $36 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 12$

$$= 1555,2 \text{ sec/l}$$

Als Brandreserve und für unvorhergesehene Fälle

$$= 600 \text{ „}$$

Demnach benötigter Fassungsraum

$$= 2155,2 \text{ sec/l}$$

Die Überwölbung des Behälters wurde so geplant, daß das Gewölbewiderlager dort ansetzt, wo der Wasserspiegel des gefüllten Behälters bei einer nutzbaren Wasserstandstiefe von 3,12 m abschneidet. Der Fassungsraum für 1 Kammer beträgt

$$\frac{1}{2} \cdot 2155,2 = 1077,6 \text{ cbm}$$

Zur Ermittlung des günstigsten Verhältnisses zwischen der Länge und der Breite des Hochbehälters gilt nach „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“ für 2 Kammern

$$F = 2b \cdot t \text{ und } U = 4b + 3t = 4b + \frac{3F}{2b}$$

wobei F die Fläche des Gesamtbehälters, b die Breite einer Kammer und t die Tiefe der Kammer bedeutet.

$$\frac{U}{b} = 4 - \frac{3F}{2b^2} = 0$$

$$b^2 = \frac{3}{8} F = \frac{3}{4} b \cdot t$$

$$b = \frac{3}{4} t$$

Rechnet man zur erforderlichen Wassermenge $Q = 1077 \text{ cbm}$ etwa 8% für Zwischenkonstruktionen hinzu, so erhält man für die gegebene Wassertiefe von 3,12 m

$$\frac{F}{2} = \frac{1077 \cdot 1,08}{3,12} = \frac{1163}{3,12} = 373 \text{ qm}$$

$$x = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot 373} = 16,70 \text{ m} \quad y = \frac{4}{3} \cdot 16,70 \cong 20,20 \text{ m}$$

Damit ist das günstigste Verhältnis der Breite der Behälterkammer zur Tiefe bestimmt.

3. Inhaltsberechnung des Behälters nach der vorliegenden Planung.

$$\gamma = 90^\circ - 8^\circ 25' = 81^\circ 35'$$

Fläche I.

$$\text{Gegeben } \gamma = 81^\circ 35'$$

$$a = 3,4623 \text{ m}$$

$$b = 0,263 \text{ „}$$

$$\text{Gesucht } c, \alpha, \beta, \text{ u. } F.$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$$

$$= \sqrt{3,4623^2 + 0,26^2 - 2 \cdot 3,4623 \cdot 0,263 \cos 81^\circ 35'} =$$

$$2 \log 3,4623 = 2 \cdot 0,5393647 = 1,0787294$$

$$\log N =$$

$$0,26^2 =$$

$$11,9875$$

$$0,0676$$

$$12,0551$$

$$\log 2,0 = 0,3010300$$

$$\log 3,4623 = 0,5393647$$

$$\log 0,26 = 0,4149733 - 1$$

$$\log \cos 81^\circ 35' = 9,1654544$$

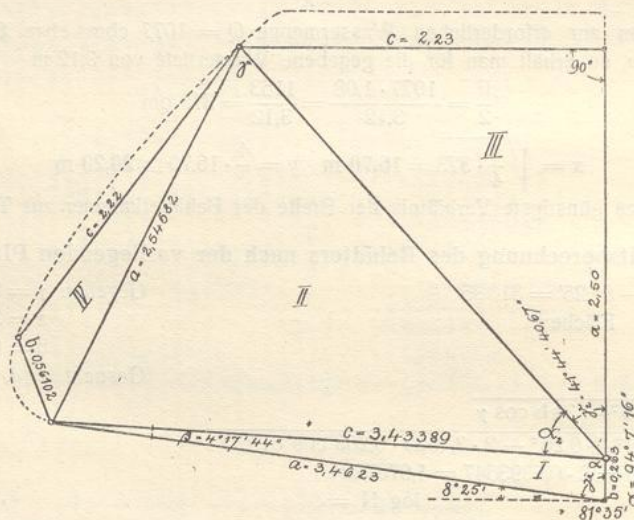
$$10,4208224 - 1$$

$$\log N = 0,4208224 - 1$$

$$0,2635$$

$$11,7916$$

$$\begin{aligned}
 \log 11,7916 &= 1,0715727 : 2 \\
 \log N &0,5357864 = 3,43389 \text{ m} \\
 \sin \beta &= \frac{b \cdot \sin \gamma}{c} = \frac{0,26 \cdot \sin 81^\circ 35'}{3,43389} \\
 \log 0,26 &= 0,4149733 - 1 \\
 \log \sin 81^\circ 35' &= 9,9952972 \quad + \\
 &9,4102705 \\
 \log 3,43389 &= 0,5357864 \quad - \\
 \log N \sin \beta &= 8,8744841 = 4^\circ 17' 44'' \\
 F_I &= \frac{a \cdot b \cdot \sin \gamma}{2} \\
 \log 3,4623 &= 0,5393647 \\
 \log 0,26 &= 0,4149733 - 1 \quad + \\
 \log \sin 81^\circ 35' &= 9,9952972 \\
 &9,9496352 \\
 \log 2 &= 0,3010300 \quad - \\
 &9,6486052 \\
 \log N &0,6486052 - 1 = 0,44525 \text{ m}^2 \\
 \alpha = 180^\circ - (\gamma + \beta) &= 179^\circ 59' 60'' \\
 \gamma &= 81^\circ 35' \\
 \beta &= 4^\circ 17' 44'' \\
 \gamma + \beta &= 85^\circ 52' 44'' \\
 &85^\circ 52' 44'' \\
 &94^\circ 7' 16''
 \end{aligned}$$



Fläche II.

Gegeben: $b = 3,35 \text{ m}$
 $c = 3,43389$
 $\alpha_2 = 180^\circ - (\alpha + \gamma_2) = 179^\circ 59' 60''$
 $\alpha = 94^\circ 7' 16''$
 $\gamma_2 = 41^\circ 44' 40,67''$
 $135^\circ 51' 56,57''$
 $44^\circ 8' 3,33''$

Gesucht: a und F.

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{3,35^2 + 3,43389^2 - 2 \cdot 3,35 \cdot 3,43389 \cdot \cos 44^\circ 8' 3,33''}$$

$$\begin{array}{rcl} \log 3,35^2 & = & 0,5250448 \cdot 2 \\ \log N & = & 1,0500896 = 11,2225 \\ \log 3,43389^2 & = & 0,5357864 \cdot 2 \\ \log N & = & 1,0715728 = 11,7916 \\ & & \hline & & 23,0141 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \log 2 & = & 0,3010300 \\ \log 3,35 & = & 0,5250448 \\ \log 3,43389 & = & 0,5357864 \\ \log \cos 44^\circ 8' 3,33'' & = & 9,8559626 \\ & & \hline & & 11,2178238 \end{array}$$

$$\log N \quad 1,2178238 = \frac{16,5129}{6,5012}$$

$$\log \sqrt{6,5012} = 0,8129934 : 2$$

$$\log N \quad 0,4064967 = 2,54975 \text{ m}$$

$$F_{II} = \frac{b \cdot c \cdot \sin \alpha_a}{2} = \frac{3,35 \cdot 3,43389 \cdot \sin 44^\circ 8' 3,33''}{2}$$

$$\log N \quad 0,6026238 = 4,00519 \text{ m}^2$$

$$F_{III} = \frac{a \cdot c}{2} = \frac{2,50 \cdot 2,23}{2} = 2,7875 \text{ m}^2$$

$$F_{IV} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad s = \frac{a+b+c}{2}$$

$$a = 2,54682$$

$$b = 0,56102$$

$$c = 2,22000$$

$$5,32784 : 2 = 2,66392 = s$$

$$= \sqrt{2,66392 (2,66392 - 2,54682) (2,66392 - 0,56102) (2,66392 - 2,22)}$$

$$= \sqrt{2,66392 \cdot 0,11710 \cdot 2,10290 \cdot 0,44392} = 0,539659 \text{ m}^2$$

Gesamtwasserfläche im Endgewölbe:

1. Segmentfläche d. linken Hälfte von III. A. II. 4.	= 1,2997	
2. " " rechten " " III. A. I. 4.	= 0,5847	
3. " " Endschenkels " III. A. 2 · 4		0,71500 m ²
4. " " Gewölbeausrundung		0,13720 "
5. " " Sohlenausrundung		0,04959 "
6. Dreiecksfläche I d. linken Gewölbehälfte		0,51200 "
7. " II " " "		0,44525 "
8. " III " " "		4,00519 "
9. " IV " " "		2,78750 "
10. Vierecksflächen der rechten Gewölbehälfte 1,75 · 3,12 — 0,4928	=	0,53966 "
		4,59760 "
	Endschenkels:	13,78899 m ²
3 Mittelfelder 3,50 · 3,12 · 3		32,76000 "
		46,54899 m ²
Hiervon ab: Anlauf der Mittelmauer = $\frac{1}{2} \cdot 3,12 \cdot 0,10$	=	0,15600 "
	Fläche des Gewölbequerschnittes:	46,39299 m ²

Zusammenstellung der Wassermengen im nutzbaren Fassungsraum des Behälters.

1. Gewölbequerschnitt $46,393 \cdot 22,2 = 1029,925 \text{ m}^3$
2. In den Gurtbögen:
 $3[(1,84327 + 1,90335 \cdot 3,75) \cdot 4 + (0,15210 + \frac{1}{2} \cdot 1,900335 \cdot 1,60) \cdot 2] \cdot 0,50 = 63,477 \text{ „}$
3. Abzug: Anlaufzwickel an den Gurtbogenpfeilern

$$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1) b + (2a_1 + a) b_1]$$

$$\begin{aligned} a &= 1,20 & b &= 0,90 & V &= \frac{0,58}{6} [(2 \cdot 1,20 + 0,80) \cdot 0,90 + (2 \cdot 0,80 + 1,20) \cdot 0,50] = \\ a_1 &= 0,80 & & & &= 0,41 \\ b_1 &= 0,50 & \text{Ab: Pfeiler } 0,80 \cdot 0,50 \cdot 0,58 & & &= 0,23 \\ h &= 0,58 & & & &= 0,18 \end{aligned}$$

$$9 \cdot 0,18 = 1,466$$

$$\text{Zwickel in den Gurtbogen der Endwiderlager } 0,825 \cdot \frac{0,52 \cdot 0,20}{2} \cdot 2 \cdot 6 = 0,514$$

$$\text{Innenputz 2 cm stark v. IV. B. 1. } \alpha = 550,16 \text{ cm}^2 = 11,003$$

$$\text{Volumen der Zufluß- und Überlaufleitung } 0,09^2 \cdot 3,14 \cdot 27,0 = 0,675$$

$$\text{Konsole } 0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,35 \cdot 7 = 0,147$$

$$\text{Treppe} = 2,390$$

Mehrabfluß zwischen den beiden Entnahmestellen

$$\frac{1}{2} (0,22 + 0,10) \cdot 8 \cdot \frac{0,10}{3} = 4,84 \text{ „}$$

$$1098,242 \text{ m}^3$$

$$16,195 \text{ „}$$

$$\text{Nutzbarer Fassungsraum einer Kammer } 1082,047 \text{ „}$$

$$\text{Benötigter Fassungsraum einer Kammer } 1077,600 \text{ m}^3$$

III.

Analytische Berechnung der Baukonstruktion.

A. Berechnung des Tonnen- und Endgewölbes.

Es ist versucht worden, die Radien aller Wöblinien zueinander in Beziehung zu bringen; ausgehend von der Gewölbstärke im Scheitel $d=0,20$ m und der durch die Einteilung des Behälterquerschnittes sich ergebenden Sehnenlänge des Tonnengewölbes $s=3,50$ m als Grundeinheit.

Durch graphostatische Untersuchungen ist für $\gamma_e = 1700 \text{ kg/m}^3$ Kies und $\gamma_b = 2200 \text{ kg/m}^3$ Beton das günstigste Resultat wie folgt gefunden worden:

a) für das Tonnengewölbe (ca. $\frac{1}{7}$ Stich)
innerer Radius: $r_i = s - \frac{s}{4}d = 3,50 - \frac{3}{4} \cdot 0,20 = 3,35$ m
äußerer Radius: $r_a = r_i + 3d = 3,35 + 3 \cdot 0,20 = 3,95$ m

b) für den Endschenkel
innerer Radius: $R_i = 2 \cdot r_i = 2 \cdot 3,35 = 6,70$ m;
äußerer Radius: $R_a = 3 \cdot r_a = 3 \cdot 3,95 = 11,85$ m;

c) für die innere Gewölbeausrundung
Radius: $r = 1\frac{3}{4}d = 1\frac{3}{4} \cdot 0,20 = 0,35$ m;

d) für den Gegenbogen der äußeren Sohlenausrundung

Radius: $r = 5\frac{1}{2}d = 5\frac{1}{2} \cdot 0,20 = 1,10$ m.

I. Tonnengewölbe.

(Rechte Gewölbehälfte.)

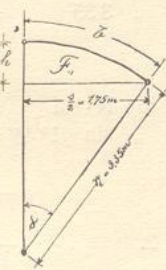
a) Innerer Bogen

Gegeben: $\frac{s}{2} = 1,75$ m; Gesucht: 1. α ;
 $r_i = 3,35$ m; 2. b ;
3. h ;
4. F ;

$$1., \sin \alpha = \frac{s}{2} : r_i = 1,75 : 3,35 =$$

$$\begin{array}{r} \text{Nebenrechnung:} \\ \log 1,75 = 0,243038 \\ \log 3,35 = 0,525045 \\ \hline 0,717993 - 1 \\ 10, - \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \log \sin \alpha = 9,717993 \\ \log \sin 31^\circ 29' = 9,717879 \\ \hline 114 : 3,44 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \log 144 = 2,056905 \\ \text{„ } 3,44 = 0,536558 \\ \hline \log N = 1,520347 = \sim 33'' \\ \text{mithin } \alpha = 31^\circ 29' 33'' \end{array}$$

$$2., b = \pi \cdot r_i \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot 3,35 \cdot \frac{\alpha}{180} =$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log \pi = 0,497150 \\ \text{„ } 3,35 = 0,525045 \\ \text{„ } 31,4925 = 1,498207 \\ \hline 2,520402 \\ \log 180 = 2,255273 \\ \hline = \log N = 0,265129 \end{array}$$

$$b = 1,8413 \text{ m};$$

$$\begin{array}{r} 3., h = r_i \cdot (1 - \cos \alpha) \\ = 3,35 \cdot (1 - \cos 31^\circ 29' 33'') \\ = 3,35 \cdot 0,147292 = \\ h = 0,4934 \text{ m}; \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4., F = \frac{b \cdot r_i}{2} - \frac{s(r_i - h)}{2} \\ = \frac{1,8413 \cdot 3,35}{2} - 1,75 \cdot \frac{(3,35 - 0,4934)}{2} = \end{array}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log 1,8413 = 0,265129 \\ \text{„ } 3,35 = 0,525045 \\ \hline 0,790174 \\ \log 2 = 0,301030 \\ \hline \log N = 0,489144 = 3,0842 \text{ m} \\ \log 1,75 = 0,243038 \\ \text{„ } 2,8566 = 0,455849 \\ \hline 0,698887 \\ \log 2 = 0,301030 \\ \hline \log N = 0,397857 = 2,4995 \text{ m} \\ F = 0,5847 \text{ m}^2; \end{array}$$

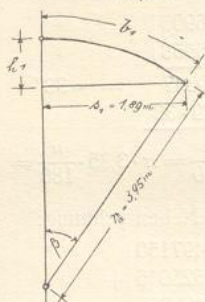
b. Äußerer Bogen.

Gegeben: $r_a = 3,95$ m; Gesucht: 1. β ;
 $s_1 = 1,89$ m; 2. b_1 ;
3. h_1 ;

$$1., \sin \beta = s_1 : r_a = 1,89 : 3,95$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log 1,89 = 0,276462 \\ \text{" } 3,95 = 0,596597 \\ \hline 0,679865 - 1 \\ 10, \quad \quad \quad + \\ \hline 9,679865 \\ \log \sin 28^{\circ}35' = 9,679824 \\ \hline 41:3,86 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} \log 41 = 1,612784 \\ \text{" } 3,86 = 0,586587 \\ \hline \log N = 1,026197 = \sim 10,622'' \\ \text{mithin } \beta = 28^{\circ}35'11''; \end{array}$$

$$2., b_1 = \pi \cdot r_a \cdot \frac{\beta}{180}; = \pi \cdot 3,95 \cdot \frac{\beta}{180};$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log \pi = 0,497150 \\ \text{" } 3,95 = 0,596597 \\ \text{" } 28,58 = 1,456159 \\ \hline 2,549906 \\ \log 180 = 2,255273 \\ \hline \log N = 0,294633 \end{array}$$

$$b_1 = 1,9708 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} 3., h_1 &= r_a \cdot (1 - \cos \beta) = 3,95 \cdot (1 - \cos 28^{\circ}35'11'') \\ &= 3,95 \cdot 0,121903 = \\ h_1 &= 0,4815 \text{ m}; \end{aligned}$$

c) Flächeninhalt.

(Der rechten Gewölbehälfte.)

$$F = F_1 - (F_0 + 1\Delta) \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_1 = \frac{b_1 \cdot r_a}{2} = \frac{1,9708 \cdot 3,95}{2} =$$

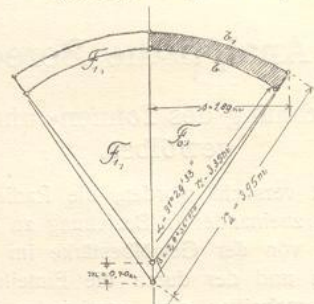
$$F_0 = \frac{b \cdot r_i}{2} = \frac{1,8413 \cdot 3,35}{2} =$$

$$1\Delta = 0,40 \cdot 1,89 =$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log 1,9708 = 0,294633 \\ \text{" } 3,95 = 0,596597 \\ \hline 0,891230 \\ \log 2 = 0,301030 \\ \hline \log N = 0,590200 = 3,8922 \text{ m}^2; \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \log 1,8413 = 0,265129 \\ \text{" } 3,35 = 0,525045 \\ \hline 0,790174 \\ \log 2 = 0,301030 \\ \hline \log N = 0,489144 = 3,0842 \text{ m}^2; \end{array}$$



$$1\Delta = 0,40 \cdot 1,89 \cdot \frac{1}{2} = 0,378 \text{ m}^2$$

$$\text{mithin } F = [3,8922 - (3,0842 + 0,378)]$$

$$= 0,43 \text{ m}^2;$$

$$2 F = 0,86 \text{ m}^2; =$$

Querschnittsfläche einer Gewölbekappe;

II. Endgewölbe.

(Linke Gewölbehälfte.)

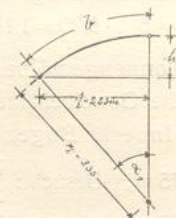
1. Oberer Teil.

a) Innerer Bogen.

Gegeben: $s_2 = 2,23 \text{ m}$; Gesucht: 1. α_1 ;

$r_i = 3,35 \text{ m}$; 2. b ;
3. h ;
4. F ;

$$1., \sin \alpha_1 = \frac{s}{2} : r_i = 2,23 : 3,35 =$$



Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r} \log 2,23 = 0,348305 \\ \text{" } 3,35 = 0,525045 \\ \hline 0,823260 - 1 \\ 10, \quad \quad \quad + \\ \hline \log N \cdot \sin = 9,823260 \\ \text{" } \sin 41^{\circ}44' = 9,823255 \\ \hline 5:2,36 = \sim 2'' \end{array}$$

$$\text{mithin } \alpha_1 = 41^{\circ}44'2'';$$

$$2., b = \pi \cdot r_i \cdot \frac{\alpha_1}{180} = \pi \cdot 3,35 \cdot \frac{41,7338}{180}$$

$$\begin{aligned}
 \log \pi &= 0,497150 \\
 " 3,35 &= 0,525045 \quad + \\
 " \alpha &= 1,620488 \\
 & \quad 2,642683 \\
 \log 180 &= 2,255273 \quad - \\
 \log N &= 0,387410 = \\
 & \quad b = 2,4401 \text{ m;} \\
 3., h &= r_i \cdot (1 - \cos \alpha) \\
 &= 3,35 \cdot (1 - \cos 41^\circ 44' 2'') \\
 &= 3,35 \cdot (1 - 0,746244) \\
 h &= 0,85008 \text{ m;} \\
 4., F &= \frac{b \cdot r_i}{2} - \frac{s}{2} \cdot \frac{(r_i - h)}{2} \\
 &= \frac{2,4401 \cdot 3,35}{2} - 2,23 \cdot \frac{(3,35 - 0,85)}{2} =
 \end{aligned}$$

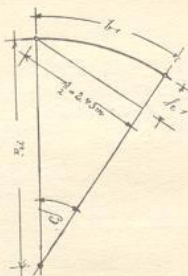
Nebenrechnung:

$$\begin{aligned}
 \log 2,4401 &= 0,387410 \\
 " 3,35 &= 0,525045 \quad + \\
 & \quad 0,912455 \\
 \log 2 &= 0,301030 \quad - \\
 " N &= 0,611425 = 4,0872 \text{ m}^2 \\
 \log 2,23 &= 0,348305 \\
 " 2,50 &= 0,397940 \quad + \\
 & \quad 0,746245 \\
 \log 2 &= 0,301030 \quad - \\
 " N &= 0,445215 = 2,7875 \cdot \\
 & \quad F = 1,2997 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

b) Äußerer Bogen.

Gegeben: $r_a = 3,95 \text{ m}$; Gesucht: 1. β ;
 $\frac{s}{2} = 2,43 \text{ m}$; 2. b_1 ;
 3. h_1 ;
 4. F_1 ;

$$1., \sin \beta = \frac{s}{2} : r_a = 2,43 : 3,95 =$$



$$\begin{aligned}
 \log 2,43 &= 0,385606 \\
 " 3,95 &= 0,596597 \quad - \\
 & \quad 0,789009 - 1 \\
 & \quad 10, - \\
 \log N \cdot \sin &= 9,789009 \\
 " 37^\circ 57' &= 9,788856 \\
 & \quad 153 : 2,70
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \log \cdot 153 &= 2,184691 \\
 " 2,70 &= 0,431364 \quad - \\
 \log N &= 1,753327 = \sim 56,66''
 \end{aligned}$$

mithin $\beta = 37^\circ 57' 57''$;

$$2., b_1 = \pi \cdot r_a \cdot \frac{\beta}{180} = \pi \cdot \frac{37,9658}{3,95 \cdot 180}$$

$$\begin{aligned}
 \log \pi &= 0,497150 \\
 " 3,95 &= 0,596597 \quad + \\
 " 37,9658 &= 1,579392 \\
 & \quad 2,673139 \\
 " 180 &= 2,255273 \quad - \\
 \log N &= 0,417866
 \end{aligned}$$

$$b_1 = 2,6174 \text{ m};$$

$$\begin{aligned}
 3., h_1 &= r_a \cdot (1 - \cos \beta) \\
 &= 3,95 \cdot (1 - \cos 37^\circ 57' 57'') \\
 &= 3,95 \cdot (1 - 0,788378) \\
 &= 3,95 \cdot 0,211622 \\
 h_1 &= 0,8359 \text{ m;}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4., F_1 &= \frac{b_1 \cdot r_a}{2} - \frac{s}{2} \cdot \frac{(r_a - h_1)}{2} = \\
 &= \frac{2,6174 \cdot 3,95}{2} - 2,43 \cdot \frac{(3,95 - 0,8359)}{2} =
 \end{aligned}$$

Nebenrechnung.

$$\begin{aligned}
 \log 2,6174 &= 0,417866 \\
 " 3,95 &= 0,596597 \quad + \\
 & \quad 1,014463 \\
 \log 2 &= 0,301030 \quad - \\
 " N &= 0,713433 = 5,1693 \text{ m}^2 \\
 \log 2,43 &= 0,385606 \\
 " 3,1141 &= 0,493333 \quad + \\
 & \quad 0,878939 \\
 \log 2 &= 0,301030 \quad - \\
 " N &= 0,577909 = 3,7836 \text{ m}^2 \\
 & \quad F_1 = 1,3857 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

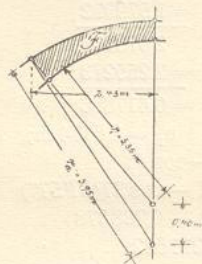
c) Flächeninhalt der linken Gewölbehälfte des oberen Teiles am Endschenkel.

$$\begin{aligned}
 F &= F_1 - (F_0 + 1 \Delta) = \\
 F_1 &= \frac{b_1 \cdot r_a}{2} = \frac{2,6174 \cdot 3,95}{2} = \\
 F_0 &= \frac{b \cdot r_i}{2} = \frac{2,4401 \cdot 3,35}{2} = \\
 1 \Delta &= \frac{0,40 \cdot 2,43}{2} =
 \end{aligned}$$

Nebenrechnung.

$$\begin{aligned}
 \log 2,6174 &= 0,417866 \\
 " 3,95 &= 0,596597 \quad + \\
 & \quad 1,014463 \\
 \log 2 &= 0,301030 \quad - \\
 " N &= 0,713433 = 5,1693 \text{ m}^2; \\
 & \quad 12^\circ
 \end{aligned}$$

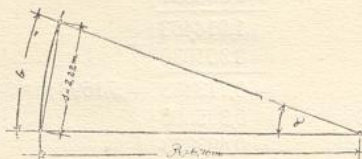
$$\begin{array}{rcl}
 \log 2,4401 & = & 0,387410 \\
 \text{" } 3,35 & = & 0,525045 \\
 & & \hline
 & & 0,912455 \\
 \text{" } 2 & = & 0,301030 \\
 & & \hline
 \text{" } N & = & 0,611425 \quad 4,0872 \text{ m}^2 \\
 1 \triangle & = & 0,40 \cdot 2,43 \cdot \frac{1}{2} = 0,4860 \text{ m}^2 \\
 & & \text{mithin } F = 0,5961 \text{ m}^2.
 \end{array}$$



2. Unterer Teil.

a) Innerer Bogen.

Gegeben: $R_i = 16,70 \text{ m}$; Gesucht: 1. α ;
 $s = 2,22$ " 2. b ;
 3. h ;
 4. F ;



$$1., \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2,22}{2} : 6,70 =$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl}
 \log 1,11 & = & 0,045323 \\
 \text{" } 6,70 & = & 0,826075 \\
 \log N & = & 0,219248 - 1 \\
 & & \hline
 & & 10 \\
 & & 9,219248 \\
 \log \sin 9^\circ 32' & = & 9,219116 \\
 & & \hline
 & & 132 : 12,53 \\
 \log 132 & = & 2,120574 \\
 \text{" } 12,53 & = & 1,097951 \\
 & & \hline
 \text{" } N & = & 1,022623 = \sim 10,535''
 \end{array}$$

$$\text{mithin } \frac{\alpha}{2} = 9^\circ 32' 10,5''$$

$$\alpha = 19^\circ 4' 21'';$$

$$2., b = \pi \cdot R_i = \frac{\alpha}{180} \cdot \pi \cdot 6,70 \cdot \frac{19,0725}{180}$$

Nebenrechnung.

$$\begin{array}{rcl}
 \log \pi & = & 0,497150 \\
 \text{" } 6,70 & = & 0,826075 \\
 \text{" } 19,0725 & = & 1,280408 \\
 & & \hline
 & & 2,603633 \\
 \log 180 & = & 2,255273 \\
 & & \hline
 \text{" } N & = & 0,348360 = 2,2303 \text{ m}; \\
 & & b = 2,2303 \text{ m};
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 3., h &= R_i \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \\
 &= 6,70 \cdot (1 - \cos 9^\circ 32' 10,5''); \\
 &= 6,70 \cdot (1 - 0,986181) = \\
 &= 6,70 \cdot 0,013819 = \\
 h &= 0,0926 \text{ m};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4., F &= \frac{b \cdot R_i}{2} - s \cdot \left(\frac{R_i - h}{2} \right) \\
 &= \frac{2,2303 \cdot 6,70}{2} - 2,22 \cdot \left(\frac{6,70 - 0,0926}{2} \right) =
 \end{aligned}$$

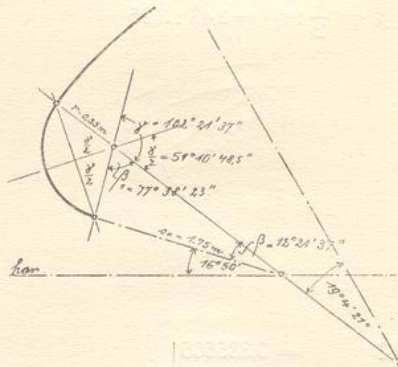
Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl}
 \log 2,2303 & = & 0,348360 \\
 \text{" } 3,35 & = & 0,525045 \\
 & & \hline
 \text{" } N & = & 0,873405 = 7,4714 \text{ m}^2 \\
 \text{" } 1,11 & = & 0,045323 \\
 \text{" } 6,6074 & = & 0,820030 \\
 & & \hline
 & & 0,865353 = 7,3342'' \\
 & & 0,1372 \text{ m}^2 \\
 F &= & 0,1372 \text{ m}^2;
 \end{array}$$

a₂) Innere Gewölbeausrundung.

Nebenrechnung:

$$\begin{aligned}
 \beta &= 90^\circ - (16^\circ 50' + 19^\circ 4' 21'' + 41^\circ 44' 2'') \\
 &= 89^\circ 59' 60'' - 77^\circ 38' 23'' = 12^\circ 21' 37''
 \end{aligned}$$



$$\beta_1 = 90^\circ - \beta = 89^\circ 59' 60'' - 12^\circ 21' 37''$$

$$\beta_1 = 77^\circ 38' 23''$$

$$\gamma = 180^\circ - \beta_1 = 179^\circ 59' 60'' - 77^\circ 38' 23''$$

$$\gamma = 102^\circ 21' 37''$$

$$\frac{\gamma}{2} = 51^\circ 10' 48,5''$$

Gegeben: $\gamma = 102^\circ 21' 37''$

$r = 0,35 \text{ m}$;

Gesucht: 1. s;
2. b;
3. h;
4. F;

$$1., s = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\gamma}{2} \\ = 2 \cdot 0,35 \cdot \sin 51^\circ 10' 48,5'';$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log 2 & = 0,301030 \\ \text{" } 0,35 & = 0,544068 - 1 \\ \text{" } \sin \frac{\gamma}{2} & = 0,891605 - 1 \\ \hline \text{" } N & = 0,736703 - 1 \end{array} +$$

mithin $s = 0,5454 \text{ m}$;

$$2., b = \pi \cdot r \cdot \frac{\gamma}{180} = \pi \cdot 0,35 \cdot \frac{102 \cdot 3603}{180};$$

$$\begin{array}{r|l} \log \pi & = 0,497150 \\ \text{" } 0,35 & = 0,544068 - 1 \\ \text{" } \gamma & = 2,010131 \\ \hline & 2,051349 \end{array} +$$

$$\begin{array}{r|l} \text{" } 180 & = 2,255273 - \\ \hline \text{" } N & = 0,796076 - 1 \end{array}$$

mithin $b = 0,6253 \text{ m}$;

$$3., h = r \cdot (1 - \cos \frac{\gamma}{2}); \\ = 0,35 \cdot (1 - \cos 51^\circ 10' 48,5''); \\ = 0,35 \cdot (1 - 0,626874) \\ h = 0,1306 \text{ m};$$

$$4., F = \frac{b \cdot r}{2} - s \cdot \frac{(r - h)}{2} \\ = \frac{0,6253 \cdot 0,35}{2} - 0,5454 \cdot \frac{(0,35 - 0,1306)}{2}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log 0,6253 & = 0,796076 - 1 \\ \text{" } 0,35 & = 0,544068 - 1 \\ \hline & 0,340144 - 1 \\ \text{" } 2 & = 0,301030 \\ \hline \text{" } N & = 0,039114 - 1 = 0,10942 \text{ m}^2; \end{array} +$$

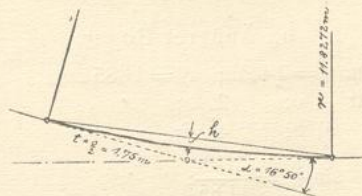
$$\begin{array}{r|l} \log 0,5454 & = 0,736703 - 1 \\ \text{" } 0,2194 & = 0,341237 - 1 \\ \hline & 0,077940 - 1 \\ \text{" } 2 & = 0,301030 \\ \hline \text{" } N & = 0,776910 - 2 = 0,05983 \text{ m}^2; \\ \text{mithin } F & = 0,04959 \text{ m}^2; \end{array} +$$

a₃) Sohlenaustrundung:

Die Tangentenlänge ist gleich der halben Sehne vom Tonnengewölbe.

Gegeben: $t = 1,75 \text{ m}$; $\alpha = 16^\circ 50'$;

Gesucht: 1. r;
2. b;
3. h;
4. s;
5. F;



$$1., \frac{r}{1,75} = \cotg \frac{\alpha}{2}; r = 1,75 \cdot \cotg 8^\circ 25'$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log 1,75 & = 0,243038 \\ \text{" } \cotg 8^\circ 25' & = 0,829843 \\ \hline \text{" } N & = 1,072881 \end{array} +$$

$r = 11,8272 \text{ m}$;

$$2., b = \pi \cdot r \cdot \frac{\alpha}{180}; = \pi \cdot r \cdot \frac{16,8333}{180}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log \pi & = 0,497150 \\ \text{" } r & = 1,072881 \\ \text{" } 16,833 \dots & = 1,226170 \\ \hline & 2,796201 \\ \text{" } 180 & = 2,255273 - \\ \hline \text{" } N & = 0,540928 = \\ & b = 3,4748 \text{ m}; \end{array} +$$

$$3., h = r \cdot (1 - \cos \frac{\alpha}{2}) \\ = r \cdot (1 - 0,989230) \\ = 11,8272 \cdot 0,010770 \\ h = 0,12738 \text{ m};$$

$$4., s = r \cdot \sin \alpha;$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log r & = 1,072881 \\ \text{" } \sin \alpha & = 0,461782 \\ \hline \log N & = 1,534663 \end{array} +$$

mithin $s = 3,425 \text{ m}$;

$$5., F = \frac{b \cdot r}{2} - s \cdot \frac{(r - h)}{2} \\ = \frac{3,4748 \cdot 11,8272}{2} - 3,425 \cdot \frac{(11,8272 - 0,12738)}{2}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{r|l} \log b & = 0,540928 \\ \text{" } r & = 1,072881 \\ \hline & 1,613809 \\ \log 2 & = 0,301030 \\ \hline \log N & = 1,312779 = 20,548 \text{ m}^2; \end{array} +$$

$$\begin{array}{rcl} \log s & = & 0,534663 \\ \text{" } 11,6998 & = & 1,068179 \\ \hline & & 1,602842 \\ \log 2 & = & 0,301030 \\ \hline \text{" } N & = & 1,301812 = 20,036 \text{ m}^2 \\ & & \text{mithin } F = 0,512 \text{ m}^2; \end{array}$$

b₁. Äußerer Bogen.

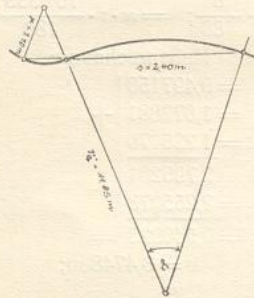
Gegeben: $s = 2,40 \text{ m}$; $r_a = 11,85 \text{ m}$;

Gesucht: 1., α ; 2., b ;
3., h ; 4., F ;

$$1. \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{1,20}{11,85};$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log 1,20 & = & 0,079181 \\ \text{" } 11,85 & = & 1,073718 \\ \hline \text{" } N \sin & = & 0,005463 - 1 = 5^\circ 48' \\ & & 0,004563 - 1 \\ \hline & & 900 = 43,5'' \\ & & \text{mithin } \alpha = 11^\circ 37' 27''; \end{array}$$



$$\begin{aligned} 2., \quad b &= \pi \cdot r_a \cdot \frac{\alpha}{180} \\ &= \pi \cdot 11,85 \cdot \frac{11,6242}{180}; \end{aligned}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log \pi & = & 0,497150 \\ \text{" } 11,85 & = & 1,073718 \\ \text{" } 11,6242 & = & 1,065363 \\ \hline & & 2,636231 \\ \log 180 & = & 2,255273 \\ \hline \log N & = & 0,380958 = \end{array}$$

$$b = 2,4041 \text{ m};$$

$$\begin{aligned} 3., \quad h &= r_a \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) \\ &= 11,85 \cdot (1 - 0,994859) \\ &= 11,85 \cdot 0,005141 \\ &= 0,06092 \text{ m}; \end{aligned}$$

$$4., \quad F = \frac{b \cdot r_a}{2} - s \cdot \frac{(r - h)}{2};$$

$$= \frac{2,4041 \cdot 11,85}{2} - 2,40 \cdot \frac{(11,85 - 0,06092)}{2}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log b & = & 0,380958 \\ \text{" } 11,85 & = & 1,073718 \\ \hline & & 1,454676 \\ \log 2 & = & 0,301030 \\ \hline \text{" } N & = & 1,153646 = 14,2445 \text{ m}^2; \\ \log 2,40 & = & 0,380211 \\ \text{" } 11,7891 & = & 1,071481 \\ \hline & & 1,451692 \\ \log 2 & = & 0,301030 \\ \hline \text{" } N \cdot & = & 1,150662 = 14,1469 \text{ m}^2 \\ & & \text{mithin } F = 0,0976 \text{ m}^2; \end{array}$$

b₂) Gegenbogen der äußeren Sohlen-
ausrundung.

Gegeben: $r = 1,10 \text{ m}$; $s = 0,86 \text{ m}$;

Gesucht: 1., α ; 2., b ;
3., h ; 4., F ;

$$1., \quad \sin \frac{\alpha}{2} = 0,43 : 1,10;$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log 0,43 & = & 0,633468 - 1 \\ \log 1,10 & = & 0,041393 \\ \hline \log N \sin \frac{\alpha}{2} & = & 0,592075 - 1 \\ \log \sin 23^\circ & = & 0,591878 \end{array}$$



$$197 : 4,96 = \sim 40''$$

$$\text{mithin; } \alpha = 46^\circ 1' 20''.$$

$$2., \quad b = \pi \cdot r \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot 1,10 \cdot \frac{46,0222}{180}.$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log \pi & = & 0,497150 \\ \log 1,10 & = & 0,041393 \\ \log 46,0222 & = & 1,662968 \\ \hline & & 2,201511 \\ \log 180 & = & 2,255273 \\ \hline & & 0,946238 - 1 \\ & & \text{mithin } b = 0,8835 \text{ m.} \end{array}$$

$$\begin{aligned} 3., \quad h &= r \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) \\ &= 1,10 \cdot (1 - \cos 23^\circ 0' 40'') \\ &= 1,10 \cdot (1 - 0,920429) \\ &= 0,08753 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4., \quad F &= \frac{b \cdot r}{2} - s \cdot \frac{(r - h)}{2} = \\ &= \frac{0,8835 \cdot 1,10}{2} - 0,86 \cdot \left(\frac{1,10 - 0,08753}{2}\right). \end{aligned}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl}
 \log 0,8835 & = & 0,946238 - 1 \\
 \log 0,55 & = & 0,740363 - 1 \\
 \log N & = & 0,686601 - 1 = 0,48596 \text{ m}^2 \\
 \log 0,86 & = & 0,934498 - 1 \\
 \log 1,01247 & = & 0,005382 \\
 \hline
 & & 0,939880 - 1 \\
 \log 2 & & 0,301030 \\
 \hline
 \log N & = & 0,638850 - 1 = 0,43536'' \\
 \text{mithin } F & = & 0,05060 \text{ m}^2.
 \end{array}$$

c) Flächeninhalt des unteren Teiles vom Endschenkel der linken Gewölbehälfte.

Fundament:

$$\frac{1}{2} \cdot 1,33 \cdot 0,87 = 0,5785 \text{ m}^2;$$

Hiervon ab die Segmente:

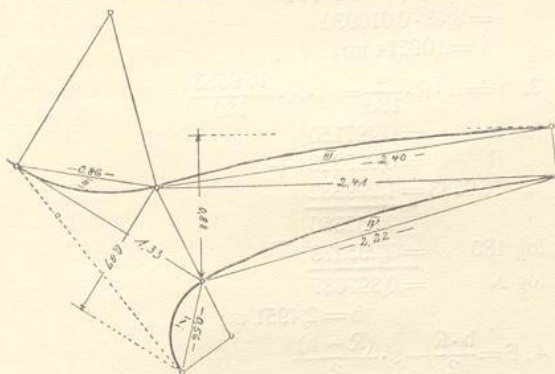
$$\begin{array}{l}
 \text{I. von 2., } a_2, 4., F = 0,04959 \text{ m}^2 \\
 \text{II. von 2., } b_2, 4., F = 0,05060 \text{ m}^2
 \end{array}$$

$$0,10019 \text{ m}^2$$

$$= 0,4783 \text{ m}^2.$$

$$= 1,0604 \text{ m}^2.$$

$$\text{Langer Teil: } \frac{1}{2} \cdot 2,41 \cdot 0,88$$



$$\text{Hierzu Segment III von 2., } b_1, 4., F = 0,0976 \text{ m}^2.$$

$$1,1580 \text{ m}^2.$$

$$\text{Hiervon ab Segment IV von 2., } a_1, 4., F = 0,1372 \text{ m}^2.$$

$$1,0200 \text{ m}^2.$$

$$F = 1,4991 \text{ m}^2.$$

c₁) Der Flächeninhalt des Endgewölbes beträgt.

$$1. \text{ oberer Teil von 1, c, } F = 0,5961 \text{ m}^2.$$

$$2. \text{ unterer Teil von 2, c, } F = 1,4991 \text{ m}^2$$

$$\text{Fläche des Endschenkels: } 2,0952 \text{ m}^2.$$

B. Berechnung

des Gurtbogens mit Widerlager.

Auch hier sind, wie unter A angeführt, Beziehungen aufgestellt und die Radien auf Scheitelstärke und Sehne der Gurtbogen bezogen worden.

Vergleichende Massenberechnungen haben als wirtschaftlichste Anordnung in Bezug auf Baustoff-Aufwand die Auflösung der Wand in 3 Pfeiler ergeben, eine Scheitelstärke $d = 0,50 \text{ m}$ und die Sehnenlänge zu $3,75 \text{ m}$ mit ca. $1|5,3$ Pfeilverhältnis.

Hiernach ist:

a) für den Stichbogen.

$$\text{innerer Radius: } r_1 = \frac{s}{4} = \frac{3,75}{4} = 0,9375 \text{ m};$$

$$\text{äußerer „ } r_a = r_1 + 3d = 0,9375 + 3 \cdot 0,50 = 2,4375 \text{ m}$$

b) für das Widerlager:

$$\text{innerer Radius: } R_1 = 3 \cdot r_1 = 3 \cdot 0,9375 = 2,8125 \text{ m}.$$

Die äußere Begrenzung bildet eine Tangente an die Fortsetzung des Stichbogens bis Stirnmaueraußenkante.

I. Gurtbogen.

Innerer Bogen.

$$\text{Gegeben: } r = 2,81 \text{ m; Gesucht: } 1., \alpha;$$

$$\frac{s}{2} = 1,875 \text{ m; } 2., h;$$

$$3., b;$$

$$4., F;$$

$$1., \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{s}{2} : r_1 = 1,875 : 2,81 =$$

Nebenrechnung:

$$\log 1,875$$

$$= 0,273001$$

$$\text{„ } 2,81$$

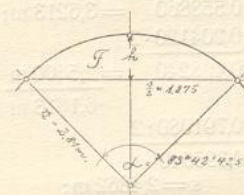
$$= 0,448706$$

$$0,824295 - 1$$

$$\text{„ } \sin 41^\circ 51'$$

$$= 0,824245 - 1$$

$$50 : 2,35$$



$$\log 50$$

$$= 1,698970$$

$$\text{„ } 2,25$$

$$= 0,371068$$

$$\text{„ } N$$

$$= 1,327902$$

$$= \sim 21,27''$$

$$\text{mithin } \frac{\alpha}{2} = 41^\circ 51' 21,27''$$

$$\alpha = 83^\circ 42' 42,5''$$

$$h = r_1 \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$= 2,81 \cdot (1 - \cos 41^\circ 51' 21,27'')$$

$$= 2,81 \cdot (1 - 0,744825)$$

$$= 2,81 \cdot 0,255175$$

$$h = 0,71704 \text{ m;}$$

$$2.,$$

$$3., b = \pi \cdot r_i \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot r_i \cdot \frac{83,7118}{180}$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log \pi & = & 0,497150 \\ „ r_i & = & 0,448706 \\ „ 83,7118 & = & 1,922786 \\ & & 2,868642 \\ „ 180 & = & 2,255273 \\ „ N & = & 0,613369 \end{array}$$

mithin $b = 4,1055$ m;

$$4., F = \frac{b \cdot r_i}{2} - s \cdot \frac{r_i - h}{2} = \frac{4 \cdot 1055 \cdot 2,81}{2} - 3,75 \cdot \frac{2,81 - 0,71704}{2} =$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log 4,1055 & = & 0,613369 \\ „ 2,81 & = & 0,448706 \\ & & 1,062075 \\ „ 2 & = & 0,301030 \\ \log N & = & 0,761045 = 5,7683 \text{ m}^2; \\ \log 3,75 & = & 0,574031 \\ „ 2,09296 & = & 0,320761 \\ & & 0,894792 \\ „ 2 & = & 0,301030 \\ „ N & = & 0,593762 = 3,9243 \text{ m}^2; \end{array}$$

mithin $F = 1,8440 \text{ m}^2$;

II. Widerlager.

Berechnung der Sehne.

$$s = \sqrt{1,90296^2 + 1,60^2} =$$

Nebenrechnung:

$$\begin{array}{rcl} \log 1,90296 & = & 0,279430 \cdot 2 \\ „ N & = & 0,558860 = 3,6213 \text{ m}; \\ \log 1,60 & = & 0,204120 \cdot 2 \\ „ N & = & 0,408240 = 2,5600 \text{ m} \\ & & 6,1813 \text{ m} \end{array}$$

$$\log 6,1813 = 0,791080 : 2$$

$$„ N = 0,395540$$

$s = 2,4862$ m;

Innerer Bogen:

Gegeben: $R = 3 \cdot 2,81 = 8,43$ m;

$$s = 2,4862; \frac{s}{2} = 1,2431 \text{ m};$$

Gesucht: 1., α ; 2., h ; 3., b ; 4., F ;

$$1., \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{s}{2} : R = 1,2431 : 8,43 =$$

Nebenrechnung:

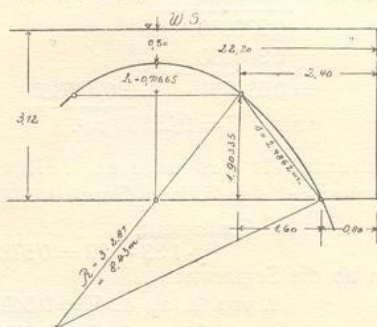
$$\begin{array}{rcl} \log 1,2431 & = & 0,094506 \\ „ 8,43 & = & 0,925828 \\ \log N & = & 0,168678 - 1 \\ \log \sin 8^\circ 28' & = & 0,168008 \end{array}$$

670: 14,13

$$\begin{array}{rcl} \log 670 & = & 2,826075 \\ „ 14,13 & = & 1,150142 \\ \log N & = & 1,675933 = \sim 47'' \end{array}$$

$$\text{mithin } \frac{\alpha}{2} = 28^\circ 8' 45''$$

$$\alpha = 16^\circ 57' 34''$$



$$\begin{array}{rcl} 2., h & = & R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) \\ & = & 8,43 \cdot (1 - \cos 8^\circ 28' 47'') \\ & = & 8,43 \cdot (1 - 0,989070) \\ & = & 8,43 \cdot 0,010930 \\ & = & 0,09214 \text{ m}; \end{array}$$

$$3., b = \pi \cdot R \cdot \frac{\alpha}{180} = \pi \cdot R \cdot \frac{16,9583}{180}$$

$$\begin{array}{rcl} \log \pi & = & 0,497150 \\ „ R & = & 0,925828 \\ „ 16,9583 & = & 1,229382 \\ & & 2,652360 \\ \log 180 & = & 2,255273 \\ \log N & = & 0,397087 \end{array}$$

$b = 2,4951$ m;

$$4., F = \frac{b \cdot R}{2} - s \cdot \frac{(R - h)}{2} = \frac{2,4951 \cdot 8,43}{2} - 2,4862 \cdot \frac{8,43 - 0,09214}{2}$$

$$\begin{array}{rcl} \log b & = & 0,397087 \\ „ R & = & 0,925828 \\ & & 1,322915 \\ \log 2 & = & 0,301030 \\ „ N & = & 1,021885 = 10,5168 \text{ m}^2 \\ \log s & = & 0,395540 \\ „ 8,3379 & = & 0,921055 \\ & & 1,316595 \\ „ 2 & = & 0,301030 \\ \log N & = & 1,015565 = 10,3649 \text{ „} \\ \text{mithin } F & = & 0,1519 \text{ m}^2. \end{array}$$

IV.

Massenberechnung.

A. Betonmassen.

1. Beton für die Behälterkammern.

a) Tonnen und Endgewölbe.

1., Endwiderlager: III. A. II., 2., c ₁₇ :	2,0952 m ² ;
2., Tonnengewölbe: III. A. I. c.	
3 ¹ / ₂ Stichkappe: 3 ¹ / ₂ · 0,8600 =	3,0100 "
3., Tonnengewölbewiderlager 3 ¹ / ₂ mal.	
1 ¹ / ₂ · (0,50 + 0,25) · 0,20 · 3,5 =	0,2625 "
	<u>5,3677 m²;</u>

Lichte Behälterlänge: 22,20 m;	
mithin: 5,3677 · 22,20 =	119,16 m ² ;
Abzug für Treppeneingang:	0,71 "
Für eine Kammer:	<u>118,45 m²;</u>
Gewölbebeton für beide Kammern:	
2 · 118,45 =	236,90 m²;

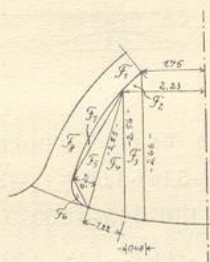
b) Geradlinig begrenzte Behälterstirnwände und Mittelmauer.

1., Segmentfläche: III. A. I. a.	
2 · 0,5847 =	1,1694 m ² ;
Gewölbeffläche: III. A. I. c.	0,8600 "
	<u>2,0294 m²;</u>
4 Stichkappen:	
4 · 2,0294 = ~ 8,12 · 1 ¹ / ₂ · (0,50 + 0,55) =	4,26 m ² ;
2., Tonnengewölbewiderlager:	
0,262 · 0,55 =	0,14 "
3., Stirnmauer bis Oberwasserspiegel:	
15,75 · 3,12 = 49,14 m ² · 1 ¹ / ₂ (0,88 + 0,55) =	35,14 "
4., Gewölbewiderlager bis zur Mitte der Sohlensaustrundung nach beistehender Skizze:	
F ₁ = Tonnengewölbeteil: III; A. II. c.	

	0,596 m ²
Gewölbehälfte: III. A. I. c	0,430 "
	<u>0,166 m²;</u>

F ₂ = 1 ¹ / ₂ · 0,35 · (2,23 - 1,75) =	0,084 "
F ₃ = 1 ¹ / ₂ · (2,66 + 2,56) · 0,48 =	1,253 "
F ₄ = 1 ¹ / ₂ · 1,22 · 2,55 =	1,556 "
F ₅ = 1 ¹ / ₂ · 0,21 · 2,55 =	0,536 "
F ₆ = III. A. II 2. a ₂	= 0,050 "
F ₇ = III. A. II 2. a ₁	= 0,137 "
F ₈ = III. A. II 2c	= 1,499 "
	<u>5,281 m²;</u>

Mauerstärke im Schwerpunkt: 0,78 m:

demnach 5,281 · 0,78 = 4,12 m²;Beton der Stirnwand einer Kammer: 43,66 m²;Beton der vier Stirnwände des Behälters: 4 · 43,66 = 174,64 m²;

Beton der Mittelmauer:

1¹/₂ · (0,70 + 0,50) · 3,12 · 22,2 = 41,56

Abzug für Konsole:

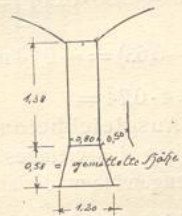
0,30 · 0,20 · 0,70 · 7 = 0,2941,27 m²

Vertiefung der Zwischenwand zwischen Schieberkammer, Behälter u. Sumpfe:

0,50 · 0,80 · 1,0 + 0,50 · 1,0 · 5,50 = 3,15 "Beton der Stirn- und Mittelmauer: **219,06 m²;**

c) Gurtbogenwände und Pfeiler.

1., Gurtbogen 1 ¹ / ₂ (0,50 + 0,71665) · 22,2 · 3 - F	
= 1,8440 · 12 (III. B. I. 4.) =	29,45 m ² ;
2., Pfeiler: 0,50 · 0,80 · 1,38 · 9 =	4,97 "
(1,20 · 0,9 + 0,8 · 0,5) · 1 ¹ / ₂ · 0,58 · 9 =	3,86 "
3., Widerlager: 6 · 1 ¹ / ₂ (0,80 + 2,40) · 1,90	
· 0,50 + 0,20 · 0,52 · 1,0 =	9,75 "
für eine Kammer:	<u>48,03 m²;</u>



Beton der Gurtbogen u. Pfeiler:

2 · 48,03 = **96,06 m²;**

d) Sohlenbeton.

$$24,36 \cdot (14,0 + 2 \cdot 1,75 + 1,55) \cdot 0,4 = 185,62 \cdot 2 = 371,24 \text{ m}^3;$$

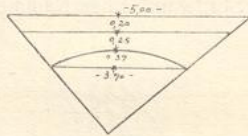
$$\text{Abzug an der Schieberkammer: } 5,5 \cdot 0,2 \cdot 0,4 = 0,44 \text{ „}$$

$$\text{Beton der Sohle für beide Kammern: } \underline{370,80 \text{ m}^3};$$

e) Beton für die Treppen.

$$[\frac{1}{2} \cdot (3,70 + 5,0) \cdot (0,20 + 0,25 + 0,37) - \frac{2}{3} \cdot 3,70 \cdot 0,37] \cdot 0,90 = 2,39 \cdot 2 = 4,78 \text{ m}^3;$$

$$\text{Beton für beide Treppen} = \underline{4,78 \text{ m}^3};$$



f) Beton für die Treppenhäule.

$$\frac{2,10}{2} \cdot [\frac{1}{2} (4,80 + 3,10) \cdot 1,50 + \frac{1}{2} (3,10 + 1,30) \cdot 0,55 + 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,10 \cdot 0,15 + 0,30 \cdot 0,50] = 7,89 \text{ m}^3;$$

$$\text{Abzug: } \frac{1,90}{2} \cdot (\frac{1}{2} \cdot (1,80 + 1,10) \cdot 1,50 + \frac{1}{2} (1,10 + 0,80) \cdot 0,25 + \frac{2}{3} \cdot 0,80 \cdot 0,10) \cdot 2 = 4,69 \text{ „}$$

$$\text{Beton für beide Treppenhäule: } \underline{3,20 \text{ m}^3};$$

g) Beton für Entlüftungsrohre.

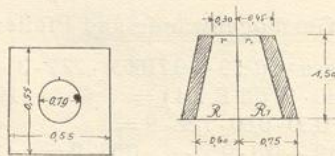
Für 14 Stück Entlüftungsrohre einzubetonieren:

$$14 \cdot (0,55 \cdot 0,55 - \frac{0,19^2 \cdot \pi}{4}) \cdot 0,25 = \underline{0,95 \text{ m}^3};$$

h) Beton für Lichtschächte.

4 Stück konische Aufsätze:

$$\frac{h \cdot \pi}{3} [(R_1^2 + r_1^2 + R_1 \cdot r_1) - (R^2 + r^2 + R \cdot r)]$$



$$= \frac{1,50 \cdot \pi}{3} [(0,75^2 + 0,45^2 + 0,75 \cdot 0,45) - (0,60^2 + 0,30^2 + 0,60 \cdot 0,30)] =$$

$$\frac{1,50 \cdot \pi}{3} (1,10 - 0,63) = \sim 0,74 \text{ m}^3;$$

Für 4 Stück = $4 \cdot 0,74 = \underline{2,96 \text{ m}^3};$

i) Ausgleichbeton.

Zur Herstellung des Gefälles über den Tonnengewölbewiderlagern.

$$\frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \cdot (0,60 + 0,10) \cdot 0,12 + 0,10 \cdot 0,02 \right] \cdot 23,20 \cdot 7 = \underline{3,57 \text{ m}^3};$$

k) Beton für Kragsteine.

7 Stück Konsole zum Aufmontieren der Zuflußleitung in den Behälterkammern.

$$7 \cdot (1,50 \cdot 0,30 - 0,40 \cdot 0,15) \cdot 0,20 = \sim \underline{0,55 \text{ m}^3};$$

2. Beton für das Schieberhäuschen.

a) Stampfbeton.

l) Sohlenbeton.

$$3,0 \cdot 5,9 \cdot 0,3 = \sim \underline{5,30 \text{ m}^3}.$$

m) Beton für Grundmauern.

(bis Oberkante Zwischendecke).

$$\frac{1}{2} \cdot (5,50 + 4,80) \cdot 3,90 \cdot 2,80 + \frac{1}{2} (5,05 + 4,80) \cdot 1,40 \cdot \frac{0,10}{2} = 56,59 \text{ m}^3;$$

Hiervon ab: Schieberkeller u. Oberlicht:

$$\frac{1}{2} \cdot (2,05 + 2,40) \cdot 3,90 \cdot 4,0 + \frac{1}{2} (0,50 + 0,70) \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 35,01 \text{ „}$$

$$\text{Beton der Grundmauern: } \underline{21,58 \text{ m}^3};$$

n) Beton für Umfassungen.

Vorderwand:

$$(4,80 \cdot 2,85 - 1,0 \cdot 2,0) \cdot 0,50 = 5,84 \text{ m}^3;$$

Seitenwände:

$$2 \cdot (2,50 \cdot 2,85 - 4 \cdot 0,35 \cdot 0,55) \cdot 0,40 = 5,08 \text{ „}$$

Rückwand:

$$(2,60 \cdot 4,80 - 2 \cdot 0,80 \cdot 2,0) \cdot 0,50 = 4,64 \text{ „}$$

Aufmauerung:

$$3,40 \cdot 0,60 \cdot 0,25 = 0,51 \text{ „}$$

$$\text{Beton der Umfassungswände: } \underline{16,07 \text{ m}^3}$$

o) Beton für Ruhebänke u. Oberlicht.

2 Ruhebänke: $1,50 \cdot 0,70 \cdot 0,65 = 0,68 \text{ m}^3$

ab: $0,80 \cdot 0,30 \cdot 0,35 = 0,08 \text{ „}$

$$2 \cdot 0,60 = 1,20 \text{ m}^3;$$

Fundamente: $1,52 \cdot 0,74 \cdot 0,70 = 0,79 \text{ m}^3$

hierzu $1,70 \cdot 0,20 \cdot 1,10 = 0,37 \text{ „}$

$$2 \cdot 1,16 = 2,32 \text{ „}$$

Oberlicht: $(0,8 \cdot 0,25 + \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 0,8) \cdot 1,40 = 0,73 \text{ m}^3;$

ab: $(\frac{1}{2} \cdot 0,55 \cdot 0,55 + 0,50 \cdot 0,15) \cdot 1,0 = 0,22 \text{ „}$

$$0,51 \text{ „}$$

$$\text{Beton für Vorbauten: } \underline{4,03 \text{ m}^3}.$$

β) Eisenbeton.

Die Auflagerung der Platte ist in der Umfassung mit berechnet; es soll daher nur der lichte Raum in Ansatz kommen, Öffnungen in der Decke sind voll berechnet.

p) Obere Decke.

$$2,50 \cdot 4,00 = 10,00 \cdot 0,08 = 0,80 \text{ m}^2;$$

q) Zwischendecke.

$$2,50 \cdot 4,00 = 10,00 \cdot 0,10 = 1,00 \text{ m}^2.$$

B. Putzflächen.

1. Putz für die Behälterkammern.

a) Innerer Putz.

1. Putz des vom Wasser benetzten Raumes.

Endgewölbe: III. A. II. a., 2.,	b = 2,4401 m
III. A. I. a., 2.,	b = 1,8413 "
	b = 0,5988 m
III. A. II. 2., a ₁ :	b = 2,2303 "
III. A. II. 2., a ₂ :	b = 0,6253 "
III. A. II. 2., a ₃ :	b = 3,4748 "
	6,9292 m

Gurtbogen: III. B. II.
 $(0,50 + 0,71655) \cdot 6 = 7,2993 \text{ m}$
14,2285 m

$$14,229 \cdot 22,2 = 315,88 \text{ m}^2.$$

Ab Segment: III. B. I.
 $1,844 \cdot 24 = 44,26 \text{ m}$
271,62 m²;

Endschenkel der Gurtbogen:

$$\frac{1}{2} \cdot (2,40 + 0,80) \cdot 1,90 = 3,040 \text{ m}^2$$

Ab Segment: III. B. II. 4 = 0,152
 $2,888 \cdot 12 = 34,66 \text{ m}$

Vorderfläche der Pfeiler:

$$1,383 \cdot 0,80 \cdot 18 = 19,92 \text{ m}^2$$

Seitenfläche der Pfeiler:

$$1,383 \cdot 0,50 \cdot 18 = 12,45 \text{ m}$$

Pfeilersockel:

$$[\frac{1}{2} \cdot (1,20 + 0,80) + \frac{1}{2} \cdot (0,90 + 0,50)] \cdot 0,58 \cdot 18 = 17,75 \text{ m}$$

$$50,12 \text{ m}$$

Leibungsflächen der Gurtbogen:

III. B., I., 3.,
 $b = 4,1055 \cdot 0,50 \cdot 12 = 24,633 \text{ m}^2$

Leibungsflächen der Endschenkel:

III. B. II. 3.
 $b = 2,4951 \cdot 0,50 \cdot 6 = 7,485 \text{ m}$

$$32,12 \text{ m}$$

$$\text{Mittelmauer: } 3,12 \cdot 22,20 = 69,26 \text{ m}$$

Fläche der beiden Stirnmauern:

$$2 \cdot 13,582 = 27,16 \text{ m}$$

$$2 \cdot (3 \cdot 3,50 \cdot 3,12 - \frac{1}{2} \cdot 3,12 \cdot 0,10) = 65,22 \text{ m}$$

$$550,16 \text{ m}^2;$$

Hierzu Putz der Sohle und Leerlaufsumpf:

Sohlenfläche: $(14,0 - 0,35) \cdot 22,20$
 $- 0,90 \cdot 1,20 \cdot 9 = 293,31 \text{ m}$

Leerlaufsumpf:

$$\frac{1}{2} \cdot (0,80 + 1,20) (0,40 + 0,50) = 0,90$$

$$\frac{1}{2} \cdot (0,85 + 0,40) (0,40 + 0,50) = 0,56$$

$$0,40 \cdot 0,80 = 0,32$$

Vertiefung: $1,78$

Abzug der Sohle oben:

$$0,85 \cdot 1,20 = 1,02$$

$$0,76$$

Dreiecke als Zuschläge der

Mittelwand: $\frac{22,30}{2} \cdot 0,14 = 1,55$
2,31

Ab für Kragsteine:

$$0,2 \cdot 0,3 \cdot 7 = 0,42$$

$$1,89 = 1,89 \text{ m}$$

Putz der Treppe:

$$0,90 (15 \cdot 0,50 + 3,90) + 2,66 = 12,92 \text{ m}$$

Putz einer Kammer bis Oberwasserspiegel =

$$858,28 \text{ m}^2;$$

Für beide Kammern: $2 \cdot 858,28 = 1716,58 \text{ m}^2;$

2., Innenputz oberhalb des Wasserspiegels.

Segmentfläche der Stirnwände:

$$0,5847 \cdot 2 = 1,169 \cdot 8 = 9,352 \text{ m}^2;$$

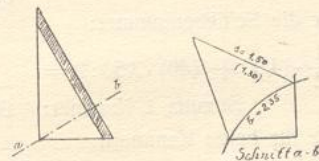
Innere Leibung der Tonnengewölbe:

$$1,8413 \cdot 2 = 3,6826 \cdot 52,2 \cdot 4 = 327,015 \text{ m}$$

Treppenhals: $\frac{5,60}{2} = 2,80 \text{ m}^2$

Ab 1 Tür: $0,8 \cdot 20 = 1,60 \text{ m}$
1,20 m².

$$\frac{1}{2} \cdot (1,50 \cdot 2,35 + 1,30 \cdot 2,35) + \frac{1}{2} \cdot 2,20 \cdot 2,0 = 5,49 \text{ m}^2$$



Ab Treppenöffnung:

$$\frac{1,8 \cdot 20}{2} = 1,80 \text{ m}^2$$

$$3,69 \text{ m} \quad 4,89 \text{ m}$$

2 Stck. Lichtschächte: Seitenlänge = 1,65 m;

$$2 \cdot 3,14 \cdot 1,650 (60 + 0,30) = 9,33 \text{ m}$$

Putz der nicht vom Wasser bespülten Fläche:

$$350,59 \text{ m}^2$$

Für beide Kammern: $2 \cdot 350,58 = 701,18 \text{ m}^2$

β) Äußerer Putz.

1., Endgewölbe: III. A., II., 1., $b_1 =$	2,617 m
III. A. II. 2., $b_1 =$	2,404 "
III. A. II. 2., $b_2 =$	0,884 "
	<u>5,905 m</u>

2., Tonnengewölbe: III. A. I. b_1 .	
$b = 1,971 \cdot 2 \cdot 3^{1/2} =$	13,797 "

3., Über den Widerlagern: $0,25 \cdot 3^{1/2} =$	0,875 "
	<u>20,577 m</u>

Äußere Länge = 23,20 m.	
mithin: $20,577 \cdot 23,20 =$	477,39 m ² ;

4., Abzüge für 2 Lichtschächte:	
$2 \cdot \frac{1,50^2 \cdot \pi}{4} =$	3,53 "
	<u>473,86 m²;</u>

Äußere Fläche der Lichtschächte: $s = 1,50$ m;	
$2 \cdot 3,14 \cdot 1,50 \cdot (0,75 + 0,45) =$	11,30 "

5., Treppenhäule:	
$\frac{1}{2} \cdot 6,40 \cdot 2,60 : 2 =$	4,15 "

6., Entlüftungsrohre:	
$14 \cdot 0,25 \cdot 0,55 \cdot 4 : 2 =$	3,85 "

7., Rückenflächen der Stirnmauern:	
$\frac{1}{2} \cdot 3,926 \cdot 0,38 = 0,746$ m;	

Mehrlänge:	
$\sqrt{0,33^2 + 3,12^2} = 3,14 - 3,12$	
$= 0,02 \cdot 15,75 = 0,315$	
	<u>1,061</u>

Stichkappe: A., 1., b.,	2,026
Tonnengewölbewiderlager	

A. 1., a.,	0,262
Mauer bis Oberwasserspiegel	
$= 49,140$	

Endschenkel A., 1., b., 4.,	6,340
$2 \cdot 58,829 =$	117,66 "
	<u>610,82 "</u>

Abzug für die Schieberkammer:	
$\frac{1}{2} \cdot (4,80 + 5,40) \cdot 3,50 : 2 =$	8,92 "
Summa 1 Kammer:	601,90 m ² .

Äußenputz für beide Kammern:	
$2 \cdot 601,90 =$	<u>1203,80 m².</u>

2. Putz für das Schieberhäuschen.

a) Innerer Putz.

1., Sohle des Schieberkellers.	
$2,05 \cdot 4,0 =$	8,20 m ² ;

Fußboden im Schieberhäuschen.	
$2,50 \cdot 4,0 =$	10,00 "
	<u>18,20 m²;</u>

Riffelputz:

2., Deckenputz.

Obere Decke: $2,5 \cdot 4,0 =$	10,00 m ² ;
Zwischendecke einschl. Balken:	
$2,40 \cdot 4,0 =$	9,60 "
	<u>19,60 m²;</u>

3., Wandputz.

im Schieberhäuschen:	
$2 \cdot (4,0 + 2,50) \cdot 2,85 = (2,0 \cdot 1,0$	
$+ 2 \cdot 0,8 \cdot 2,0) = 31,85$ m ² ;	

im Schieberkeller:	
$\frac{1}{2} \cdot (2,05 + 2,40) \cdot 3,8 \cdot 2$	
$+ 3,80 \cdot 2 \cdot 4,0 - 0,7 \cdot 1,0 = 46,61$ "	

Oberlicht: $2 \cdot [\frac{1}{2}(0,70 + 1,60) \cdot 0,45$	
$+ 0,5 \cdot 0,10] + 1,0 \cdot (0,8 + 0,70) = 2,64$ "	
Wandputz:	<u>81,10 m²</u>

β) Äußerer Putz.

Grundmauern: $\frac{1}{2} \cdot (5,50 + 4,80) \cdot 3,90 +$	
$+ 2,80 \cdot 3,90 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1,40 \cdot 0,10 \cdot 2 =$	
$- 1,0 \cdot 1,0 = 41,07$ m ² ;	

Oberlicht: $1,40(0,25 + 1,10) +$	
$+ 2 \cdot (0,80 \cdot 0,25 + \frac{1}{2} \cdot 0,80 \cdot 0,80) = 2,93$ "	

seitliche Umfassungen:	
$2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 3,0 \cdot 2,0 + 0,5 \cdot 2,0) = 8,00$ "	

Rückenfläche: $\frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 1,50 \cdot 2 +$	
$+ \frac{1}{2} \cdot (4,80 + 1,60) \cdot 1,10 = 5,02$ "	

Äußerer Wandputz: 57,02 m²

γ) Vorsatzbetonfläche:

Sichtbare Flächen der Umfassungen:	
$4,80 \cdot 2,95 + [\frac{1}{2}(2,95 + 0,75) \cdot 3 +$	
$+ 0,50 \cdot 0,75] \cdot 2 + 2,90 \cdot 0,30 +$	
$+ 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 0,50 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (0,70 +$	
$+ 0,10) \cdot 1,0 - 2,0 \cdot 1,0 = 25,98$ m ² ;	

Ruhebänke: $2 \cdot [(2,0,65 + 0,70) \cdot 1,50 +$	
$+ (2 \cdot 0,75 + 0,80) \cdot 0,30 + 1,52 \cdot 0,10] = 7,68$ "	

Vorsatzbeton: 33,66 m²;

C. Verschiedenes.

Pos. 1. Mutterboden abheben.	
$41,74 \cdot 29,34 = \sim 1225$ m ² ;	

Pos. 2 u. 3 siehe Massenausgleich.	
Pos. 4. Mutterboden andecken.	

$31,30 \cdot 23,20$	<u>$= 726,00$ m²</u>
$\frac{1}{2} \cdot (37,30 + 31,30) \cdot 3,60 \cdot 2$	<u>$= 247,00$ "</u>

$\frac{1}{2} \cdot (29,20 + 23,20) \cdot 3,60 \cdot 2$	<u>$= 188,64$ "</u>
Oberer Teil: $1,10 \cdot 1,50$	<u>$= 1,65$ "</u>

$\sqrt{1,65^2 + 1,10^2} \cdot 1,50$	<u>$= 2,97$ "</u>
$1,98 \cdot 1,10 \cdot 2$	<u>$= 4,36$ "</u>

$r \cdot \pi \cdot s = 1,65 \cdot 3,14 \cdot 1,98 : 2$	<u>$= 5,17$ "</u>
	<u>1175,79 m²</u>

Abzüge: Oberteil:

$$2,75 \cdot 4,80 = 13,20$$

$$2,48 \cdot 4,80 = 11,90$$

Treppe: $1,00 \cdot 1,98 = \underline{1,90}$

$$\begin{array}{r} 27,10 \text{ „} \\ \hline 1148,69 \text{ m}^2 \end{array}$$

Hierzu Überdeckung der Ausschachtung:

$$3 \cdot 9,65 + 2 \cdot (2,10 \cdot 29,20) - 2,10 \cdot 4,80 = \underline{141,51 \text{ „}}$$

Mutterboden andecken: $\underline{1290,20 \text{ m}^2}$

Die Höhe des abzuhebenden Bodens beträgt
dann bei 10 cm hoher Wiederauffüllung

$$1290,20 \cdot 0,10 = 129,02 \text{ cbm;}$$

$$\text{mithin } 129,02 : 1225 = \sim 10,5 \text{ cm;}$$

bei 20 cm hoher Andeckung

$$1290,20 \cdot 0,20 = 258,04 \text{ cbm;}$$

$$\text{Abhub: } 258,04 : 1225 = \sim \mathbf{21 \text{ cm.}}$$

Position	Raum-Nr.	Zahl	Gegenstände der Massenberechnung	lang m	breit m	Meter □	hoch m	Kubik- Meter	Abzug
			D. Lehrgerüst. Erforderliche Schalung und Hölzer für die Schieber und Behälterkammern. 1. Behälterkammern. A. Schalung. 3 cm stark, ungehobelt und vollkantig. I. Innen. 1. Pfeiler. Sockel $2 \cdot (1,25 + 1,00) (0,55 + 0,20)$ aufgehender Pfeiler $2 \cdot (0,50 + 0,80) \cdot 1,35$ Bänder um die Pfeiler $(0,50 + 0,80) \cdot 2 \cdot 0,20 \cdot 3$ für 9 Pfeiler = $8,45 \cdot 9$ 2. Gurtbogen. Schalung oben $4,0 \cdot 0,50 \cdot 4 \cdot 3$ „ Endschenkel $2,50 \cdot 0,50 \cdot 2 \cdot 3$ seitl. Schalung der Gurtbogenwände $1,90 \cdot 2,50 \cdot 4 \cdot 3$ $1,20 \cdot 22,20 \cdot 2 \cdot 3$ 3. Mittelmauer (eins.) $3,12 \cdot 22,20 =$ 4. Tonnengewölbe. Stichkappen 4 mal Endwiderlager 5. Umfassungen (innen). Mittelfelder $3 \cdot 2$ Endfelder 2 6. Treppe. Unten Stufen $(3,70 + 3,50)$ seitlich 7. Behältereingang über der Treppe $(3,20 \cdot 1,00) + (\frac{1}{2} \cdot 3,00 \cdot 1,50 \cdot 2)$ Außen: $3,20 \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 3,00 \cdot 2,00$						
						3,38			
						3,51			
						1,56			
						8,45			
						76,05	0,03	2,28	
						24,00			
						7,50			
						31,50	0,03	0,94	
						57,00			
						159,84			
						216,84	0,03	6,50	
						69,26	0,03	2,07	
				3,60	22,20	319,50			
				3,00	22,20	66,60			
						386,10	0,03	11,58	
				3,60	3,50	75,60			
				4,50	3,30	29,70			
						105,30	0,03	3,16	
				3,50	0,90	3,15			
				7,20	0,90	6,48			
				4,50	1,00	4,50			
						14,13	0,03	0,42	
						14,40			
						9,60			
						24,00	0,03	0,72	
			Seitenbetrag:					27,67	

Position	Raum-Nr.	Zahl	Gegenstände der Massenberechnung	lang m	breit m	Meter □	hoch m	Kubik- Meter	Abzug
			Übertrag:					27,67	
			II. Außen.						
			8. Endgewölbe.						
			Schalung	24,00	2,50	60,00			
			Lehren 28 Stück	2,50	0,25	17,50			
						77,50	0,03	2,32	
			9. Stirnwände.						
			4,00 · 18,00 · 2 — 2,50 · 4,00			134,00	0,03	4,02	
			3 cm starke Schalung					34,01	
			5 cm stark, ungehobelt und voll- kantig für Bügen						
			10. Gurtbogen.						
			Stichkappe 2 · 12	3,75	0,70	63,00			
			Endwiderlager 2 · 6	2,25	0,50	13,50			
						76,50	0,05	3,83	
			11. Tonnengewölbe.						
			Oben 4 · 26	3,50	0,50	182,00			
			Unten 26	3,00	0,50	39,00			
						221,00	0,05	11,05	14,88
			A. Schalung:					48,89	
			B. Kanthölzer.						
			10/12 cm stark geschnitten.						
			I. Innen.						
			1. Stichkappen und Endgewölbe.						
			a) Schwellen (Längen bis 4,50 m)						
			22,20 · 3	66,60					
			Endfeld 22,20 · 3	66,60					
			an den Gurtbogen 6 · 4,50 · 2,00	54,00					
			senkrecht z. Endschenkel 1,80 · 26,0	46,80					
			b) Rahmen						
			Mittelfeld u. Endfeld 3 · 4 · 22,20	266,60					
			c) Säulen						
			2,80 (3 · 4 · 26)	873,60					
			d) Querhölzer						
			3,40 · 4 · 26	353,60					
			e) Streben						
			2,60 · 26	67,60					
			2. Gurtbogen.						
			a) Schwellen						
			Mittelfeld 3,20 · 2 · 2 · 3 =	38,40					
			Endfeld 4,50 · 2 · 2 · 3 =	54,00					
			b) Rahmen						
			3,20 · 8 · 3	76,80					
			Seitenbetrag:	1964,60					

Position	Raum-Nr.	Zahl	Gegenstände der Massenberechnung	lang m	breit m	Meter □	hoch m	Kubik- Meter	Abzug
			Übertrag:	1964,60					
			c) Säulen						
			1,60 . 4 . 2 . 4 . 3	153,60					
			II. Außen.						
			a) Schwellen						
			(14,0 + 5,00) . 2 — 2,80	35,20					
			b) Rahmen						
			(18,0 . 2) — 2,50	33,50					
			c) Säulen						
			Stirnwand [(4 . 3 + 7) 2 — 2] . 2,80	100,80					
			Endgewölbe 2 . 60 . 28	72,80					
			d) Streben, Endfeld						
			(1,50 + 0,80) . 26	59,80					
			4,0 . 26	104,00					
			Querschnitt 0,12/0,10 = 0,012 qm	2524,30		0,012		30,29	
			6/12 cm stark, geschnitten als Zangen						
			Mittel- und Endfeld						
			3,40 . 4 . 26	353,60					
			Gurtbogen: Mittelfeld						
			3,20 . 2 . 2 . 3	38,40					
			Endfeld						
			4,30 . 2 . 2 . 3	51,60					
			0,70 . 2 . 2 . 3	8,40					
			Querschnitt 0,12/0,06 = 0,0072 qm	452,00		0,0072		3,25	
			B. Kanthölzer:					33,54	
			C. Rundhölzer.						
			12 cm mittlerer Durchmesser als Steifen zur äußeren Schalung.						
			Stirnwand						
			(2,60 + 1,90 + 0,70) 19 . 2 — 3	182,00					
			Endgewölbe						
			(3,50 + 2,00) . 28	154,00					
			Querschnitt						
			$\frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{0,12^2 \cdot 3,14}{4} = 0,0113$	336,00		0,0113		3,80	
			C. Rundhölzer:					3,80	
			D. Knaggen.						
			5 cm stark geschnitten, möglichst astreine Bohlenstücke zur Aufnahme der Zapfen und Verhütung der						
			Seitenbetrag:						

Position	Raum-Nr.	Zahl	Gegenstände der Massenberechnung	lang m	breit m	Meter □	hoch m	Kubik- Meter	Abzug
			Übertrag: Löcher im Kantholz je 12 cm breit und 40 cm lang $444 \text{ Stück} \cdot 0,12 \cdot 0,40 = 21,31 \text{ qm}$	0,05 m	stark			1,07	
			D. Knaggen:					1,07	
			E. Keile. 30 cm lang, 5 cm stark, als Aus- rüstungsvorrichtung aus eichenen Bohlen getrennt 0,036 qm $2 \cdot 444 = 888 \text{ Stück}$						
			2. Schieberkammer.						
			A. Schalung (s. Behälterkammer). Obere Decke und Wände: $(2,50 + 4,00) \cdot 2 \cdot 2,85 + 4,00 \cdot 2,50 =$ Zwischendecke und Wände $(2,50 + 4,00) \cdot 2 \cdot 3,80 + (4,00 + 4 \cdot 0,20) \cdot 2,40$			47,05			
			Äußere Schalung $(3,00 \cdot 2 + 5) \cdot (4,0 + 2,90)$ Für Quer- und Längsverband $15,00 \cdot 2,00 \cdot 0,20$ 3 cm starke Schalung:			60,92			
						75,90			
						6,00			
						189,87	0,03	5,70	
			B. Kanthölzer. Oberer Raum 1. Säulen $15 \cdot 2,70 +$ Längsrahmen $3 \cdot 4,00 =$ 2. Querrahmen u. Schwellen $10 \cdot 2,50$ Schieberkeller $1 = 21 \cdot 3,30 + 3 \cdot 4,00 =$ $2 = 5 \cdot 2,40 + 5 \cdot 1,90 =$ Äußere Schwellen $3,0 \cdot 2 + 6,00$ " Säulen $15 \cdot 6,90$ 10/12 cm stark. Kantholz:			52,50			
						25,00			
						81,30			
						21,50			
						12,00			
						103,50			
						295,80	0,012	3,55	
			C. Rundhölzer $(2,70 + 2,30 + 2,30 + 1,30 + 0,50) \cdot 15 = 136,5 \cdot 12 \text{ cm } \varnothing$			136,50	0,0113	1,54	
			D. Knaggen pp. $15 + 21 = 36 \text{ Stück} \cdot 0,12 \cdot 0,40 \cdot 0,05 =$ Zangen $5 \cdot 2,10 \cdot 0,06 \cdot 0,12$ Keile = 72 Stück A—D = Schieberkammer					0,09	
								0,08	
								10,96	

Zusammenstellung.

1. Behälterkammern:

A. Schalung und Bügen 3 und 5 cm stark.	48,89 cbm
B. Säulen, Rahmen und Zangen 10/12 und 6/12 cm stark.	33,54 "
C. Rundholzsteifen 12 cm Ø	3,80 "
D. Knaggen für Streben und Säulen	1,07 "
Lehrgerüst für eine Kammer:	87,30 cbm · 2
Lehrgerüst für beide Behälterkammern:	174,60 cbm

2. Schieberkammer.

A—D = 10,96 cbm

Hierüber eichene Keile zur Ausrüstung:

für die Behälterkammern	888 Stück
für die Schieberkammer	72 "

Preisberechnung:

für 1 cbm Rüstholz fertig aufgestellt:

1 cbm Holz im Ankauf (3 malige Verwendung) $\frac{38}{3}$ M	12,70 M.
1 cbm abzubinden, Verschnitt usw.	15,— "
1 cbm An- und Abfuhr	8,— "
Schrauben, Bolzen, Unterlagsscheiben $\frac{20\%}{3}$ v. Ankauf	3,— "
Hierzu 10% $\frac{4,10}{3}$	4,10 "
für 1 cbm fertige Rüstung:	42,80 M.

Massenausgleich

(2 m Anschüttung über Gelände).

A. Ausschachtung.

a) Aushub der Behälterkammer.

1. Sumpf.

$$\frac{1}{3} \cdot 0,40 (2,90 \cdot 1,30 + 2,20 \cdot 0,90 + \sqrt{2,90 \cdot 1,30 \cdot 2,20 \cdot 0,90}) = 1,10 \text{ cbm}$$

2. Vertiefung der Behälterzwischenwand

$$0,50 \cdot 1,00 \cdot 5,50 + 0,50 \cdot 0,80 \cdot 1,00 = 3,15 \text{ "}$$

3. Gefälle der Sohle nach dem Sumpf (1%)

$$\frac{1}{3} \cdot 0,14 \cdot 28,00 \cdot 22,20 = 29,00 \text{ "}$$

4. Horizontale Sohle mit Ausrundung bis Unterkante Stützmauer

$$\frac{1}{2} (33,80 + 31,50) \cdot 24,62 \cdot 0,40 = 322,00 \text{ "}$$

5. Sohle bis Endgewölbeunterkante und Stützmaueranlauf

$$\frac{1}{3} \cdot 0,60 (38,0 \cdot 25,60 + 33,80 \cdot 24,88 + \sqrt{38,0 \cdot 25,60 \cdot 33,80 \cdot 24,88}) = 1102,45 \text{ "}$$

6. Geböschter Teil 3:2 bis Geländeoberkante

$$\frac{1}{3} \cdot 2,80 (41,74 \cdot 29,34 + 38,0 \cdot 25,6 + \sqrt{41,74 \cdot 29,34 \cdot 38,0 \cdot 25,6}) = 3065,00 \text{ "}$$

b) Aushub der Schieberkammer

$$\frac{1}{2} (11,60 + 5,90) \cdot 4,30 \cdot 3,20 = 120,80 \text{ "}$$

Sa. Ausschachtung **4643,50 cbm**

B. Anschüttung.

1. Über den Behälterkammern
 $\frac{1}{8} \cdot 2,00 (37,30 \cdot 29,20 + 31,30 \cdot 23,20 + \sqrt{37,30 \cdot 29,20 \cdot 31,30 \cdot 23,20}) = 1805,00 \text{ cbm}$
 2. Über Behälterkammereingänge
 $\frac{1}{2} (4,80 + 1,50) \cdot 1,10^2 + \frac{1}{2} \cdot 1,65 \cdot 1,10 \cdot 1,50 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1,10}{3} \cdot \frac{3,30^2 \cdot \pi}{4} = 6,70 \text{ „}$
- Sa. Anschüttung **1811,70 cbm**

C. Verdrängung von Boden durch den Behälter.

a) Behälterkammern.

- | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------|--------------------|
| 1. 4 Stichkappen | 8,120 | | |
| 2. Tonnengewölbewiderlager | 0,262 | | |
| 3. Stirnmauer bis Oberwsp. | 49,140 | | |
| 4. Endwiderlager | 5,281 | | |
| | <u>2 · 62,803 · 22,20</u> | | = 2788,45 cbm |
| 5. Stirnwände | 4 · 43,66 | | = 174,64 „ |
| 6. Sohle | 186,10 — $\frac{0,45}{2}$ | | = 185,87 |
| Vertiefung für Sohlgef. | $\frac{1}{2} 14,00 \cdot 22,20 \cdot \frac{0,14}{3}$ | | = 5,63 |
| Sumpf | $\frac{1}{2} (2,80 + 2,20) \cdot \frac{1}{2} (0,90 + 1,30)$ | | = 2,75 |
| Vertiefung der Zwischenwand | | | = 2,75 |
| | | | <u>197,00 „</u> |
| 7. Treppenhäule | | 7,89 | |
| 8. Entlüftungsrohre | | 1,58 | |
| 9. Lichtschächte | | 6,90 | |
| 10. Ausgleichbeton | | <u>3,57</u> | |
| | | | 19,94 „ |
| 11. Außenputz | 1203,8 · 0,015 | | 18,06 „ |
| 12. Drainage von 10 cm $\varnothing$ | $404 \cdot \frac{12^2 \cdot \pi}{4}$ | | = 4,57 |
| | $23,20 \cdot 7 + 38,0 \cdot 2 + 24,0 \cdot 2 + 3,0 \cdot 2 + 6,0 + 5,60 = 404 \text{ m}$ | | |
| Kiesumpackung | $0,3 \cdot 0,5 \cdot \frac{12^2 \cdot \pi}{4} \cdot 404 =$ | | |
| | $= 0,14 \cdot 404 = 56,56 \text{ cbm} \cdot 75\% \text{ für Hohlraum}$ | <u>= 42,43</u> | |
| | | | <u>47,00 „</u> |
| | | | 3245,09 cbm |

b) Schieberhäuschen.

- | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| 13. Sohle | 5,30 | |
| 14. Grundmauern | 56,54 | |
| 15. Ruhebänk + Oberlicht | $= 2,32 + 0,73 =$ | 3,05 |
| 16. Umfassungen | $4,8 \cdot \frac{8,00}{2}$ | 19,20 |
| 17. Putz | $57,02 \cdot 0,015$ | <u>0,86</u> |
| | | 84,95 „ |
| Verdrängte Massen durch den Behälter: | | 3330,04 cbm |

D. Erforderliche Materialien für Beton und Putz.

Nach Kersten, Leitfaden für Eisenbeton, 1. Teil 1907, S. 36 gelten folgende Berechnungen.
 1 cbm Beton 1:3:6

Dieses Mischungsverhältnis gilt nach Dr.-Ing. v. Emperger, Handbuch für Eisenbeton, II. Band,
 2. Auflage 1911, S. 55 als dichteste Mischung. Angenommen:

1 cbm Zement in loser Masse wiegt 1280 kg

1 kg = 1000 : 1280 = 0,781 l

1 l Zement + 29% Wasser = 0,813 l starre Masse

1 cbm feiner Sand = 280 l Hohlräume

1 „ Kies = 350 l „

1 l feiner Sand mit 15% Zusatz = $0,28 + \frac{15 \cdot 28}{100} = 0,32$ l starre Masse

1 l Kies mit 15% Zusatz = $0,35 + \frac{15 \cdot 35}{100} = 0,40$ l „ „

Mischung 1:3:6 = 1:9

1 l Zement = 0,813 l starre Masse

3 l feiner Sand ($0,28 + 15\%$) = $3 \cdot 0,32 = 0,96$ l „ „

Es ergeben 1 l Zement + 3 l Sand = $0,813 + 0,96 = 1,773$ l Mörtel

6 l Kies ($0,35 + 15\%$) = $6 \cdot 0,40 = 2,4$ l starre Masse

1 l Zement + 3 l Sand + 6 l Kies = $1,773 + 2,4 = 4,173$ l Beton

Zu 6,435 cbm Beton sind 9,0 cbm Kies erforderlich

zu 1 cbm Beton mithin $\frac{9,0}{6,435} = 1,55$ cbm Kies

Zu 1 cbm = 1000 l Beton sind erforderlich $1000 : 6,435 = 155$ Teile, mithin für

Mischung 1:3:6

Zement $1 \cdot 155 = 155$

Sand $3 \cdot 155 = 465$

Kies $6 \cdot 155 = 930$

= 1550 l lose Masse, oder

$465 + 930 =$ rd. 1400 l Kiessand.

1 qm Putz 1:2 bzw. 1:4 erfordert:

1 l Zement = 0,813 l starre Masse

1 l Sand mit 280 l Hohlräumen + 15% Zusatz = 0,320 l

2 l „ = $2 \cdot 0,32 = 0,64$ l starre Masse

$0,813 + 0,64 = 1,453$ l Mörtel

Zu 2,173 cbm Mörtel sind 2 cbm Sand erforderlich

Zu 1 cbm Mörtel mithin $\frac{2}{2,17} = 0,924$ cbm lose Masse

Zu 1 cbm = 1000 l Mörtel sind erforderlich $1000 : 2,173 = 460$ Teile, mithin für

Mischung 1:2

Zement $1 \cdot 460 = 460$ l

Sand $2 \cdot 460 = 920$ l

Mischung 1:4

Zement $1 \cdot 283 = 283$ l

Sand $4 \cdot 283 = 1132$ l

Nach der Massenberechnung sind erforderlich:

IV. A. 1. a. Gewölbeton für beide Kammern	236,9 cbm
b. Beton der Stirn- und Mittelmauer	219,06 „
c. Beton der Gurtbogen und Pfeiler	96,06 „
d. Sohlenbeton	370,80 „
e. Beton für die Treppen	4,78 „
f. Beton für beide Treppenhäule	3,20 „
g. Beton für Entlüftungsrohre	0,95 „
h. Beton für Lichtschächte	2,96 „
i. Ausgleichbeton	3,57 „
k. Beton für Kragsteine	0,55 „

Seitenbetrag: 938,83 cbm

		Übertrag: 938,83 cbm
2. 1.	Sohlenbeton für das Schieberhäuschen	5,30 "
m.	Beton der Grundmauern	21,58 "
n.	Beton für Umfassungen	16,07 "
o.	Beton für Ruhebänke und Oberlicht	4,03 "
p.	Eisenbetondecke	0,80 "
q.	Eisenbetondecke	1,00 "
		Beton = 987,61 cbm
IV. B. 1. α. 1.	Innerer Putz für beide Kammern	1716,58 qm
2.	Innenputz oberhalb des Wasserspiegels	701,16 "
2. α. 1.	Riffelputz im Schieberhäuschen	18,20 "
2.	Deckenputz	19,60 "
3.	Wandputz	81,10 "
		Innenputz 1 : 2 = 2536,64 qm
IV. B. 1. β.	Außenputz für beide Kammern	1203,80 qm
2. β.	Außenputz für das Schieberhäuschen	57,02 "
		Außenputz 1 : 4 = 1260,82 qm
		= 1383,20 cbm lose Masse
988,0	cbm Beton · 1,4	
2536,64	qm Innenputz 1 : 2 = 50,70 cbm · 0,92	= 46,64 " " "
1260,82	" Außenputz 1 : 4 = 18,90 " · 1,13	= 21,36 " " "
		Lose Masse für Beton und Putz 1451,20 cbm

E. Ausgleich der Massen.

Ausschachtungsraum nach A	= 4643,50 cbm
Anschüttungsraum nach B	= 1811,70 "
Baugrube und Anschüttung ohne Behälterabzug	= 6455,20 cbm
Verdrängte Massen durch den Behälter nach C	= 3330,04 "
Für Anschüttung und Hinterfüllung des Bauwerkes erforderlich	= 3125,16 cbm
Hierzu 2% für Auflockerung	62,50 "
Zur Anschüttung und Hinterfüllung werden verwendet	= 3187,66 cbm
Ausschachtungsmassen nach A	= 4643,50 "
Verfügbare Massen zur Betonbearbeitung und Herstellung des Putzes	= 1455,84 cbm
Nach D sind für Beton und Putz erforderlich	= 1451,20 cbm

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		V. Kostenanschlag über Erd-, Beton-, Maurer-, Zimmerer- und Nebenarbeiten zu einem Hochbehälter für das Wasserwerk einer mechanischen Weberei mit Färberei und Appretur.				
		I. Behälterkammern.				
		a) Erdarbeiten.				
1.	1225,00	qm Mutterboden der Baugrube für Behälterkammern und Schieberhäuschen durchschnittlich 21 cm tief abzuheben, zur späteren Wiederverwendung für die Anböschungen nach Angabe seitlich und gesondert zu lagern, einschließlich Transport als Zuschlag zu Pos. 2	—	15	183	75
2.	4643,00	cbm sandigen, kiesigen Boden, im Einschnitt gemessen, zur Baugrube des Behälters und Schieberhäuschens bis zu einer Tiefe von 3,60 m unter Geländeoberfläche auszuschachten, die Massen behufs späterer Verwendung beiseite zu schaffen und zu lagern. Im Einheitspreise ist inbegriffen das vorschriftsmäßige Planieren und gehörige Abrammen der Behälterbausohe, vornehmlich in der Nähe bzw. unter den Widerlagern, Wänden und Pfeilern, sowie das Ausschöpfen etwa eindringenden Tagewassers. Die Böschungen sind erforderlichenfalls abzustützen. Das Böschungsverhältnis der Ausschachtung ist 3:2 angenommen				
2a.	1,00	cbm etwa vorhandene große Findlinge oder felsige Bodenmassen durch Keile, Brechstangen oder Sprengmittel zu lösen, sonst wie Pos. 2, als Zuschlag	1	80	8357	40
3.	3110,00	cbm seitlich lagernde Ausschachtungsmassen zur Hinterfüllung und Überschüttung des Behälters wieder herbeizukarren, in Schichten von 15 cm Höhe einzustampfen und die Drainage mit grobem Kies zu überfüllen	3	50	—	—
4.	1290,00	qm Mutterboden von den jeweiligen Lagerstellen fortzukarren und in einer durchschnittlich 20 cm starken Schicht auf die Böschungs- und Planflächen des Dammkörpers unter Einhaltung der in der Zeichnung vorgeschriebenen Maße zu verteilen und anzuklopfen, als Zuschlag zu Pos. 3	—	80	2488	—
5.	1290,00	qm Plan- und Böschungsflächen zu besäen und gut anzugießen, einschließlich Lieferung der erforderlichen Sämereien nach Angabe	—	25	322	50
6.	405,00	m Drainageröhren 10 cm i. L. weit anzuliefern, zwischen den Tonnengewölben und entlang der Fundamente nach Angabe zu verlegen und an den Leerlauf anzuschließen, als Zuschlag zu Pos. 3	—	06	77	40
		Sa.: Erdarbeiten:	—	90	364	50
					11793	55

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		b) Stampfbetonarbeiten.				
7.	370,00	cbm Zementstampfbeton zur Behältersohle, bestehend aus 1 Teil Portlandzement, 3 Teilen Sand und 6 Teilen Kies bzw. aus 1 Teil Zement und 9 Teilen Kiessand, 40 cm stark herzustellen, in höchstens 15 cm starken Schichten und erdfeuchtem Zustande einzubringen, festzurammen, einschl. Herstellung der Sumpfe für den Leerlauf	18	50	6845	—
8.	96,00	cbm Zementstampfbeton für die Gurtbogenwände und Pfeiler, einschl. der Ausrundung an den Endschenkeln, sonst wie Pos. 7 herzustellen	20	50	1968	—
9.	220,00	cbm Zementstampfbeton zu den geradlinig begrenzten Behälter-Stirnwänden und der Mittelmauer nach Zeichnung wie in Pos. 7 herzustellen. Zur Erzielung der Einspannung ist die Sohle vor Aufbringen des erdfeuchten Betons mit Zweispitz gut aufzuspitzen, mit Verzahnung zu stampfen und mit Zementmörtel 2:1 einzuschlämmen; die Ecken sind auszurunden	20	50	4510	—
10.	241,00	cbm Zementstampfbeton zu den Tonnen- und Endgewölben, zum Treppenhals einschl. der Zwischenwand und der Lüftungsrohrsätze, sonst nach Zeichnung wie Pos. 7 herzustellen	20	50	5883	50
11.	5,00	cbm Zementstampfbeton zu den beiden Treppen, die Stufen mit 1 Proz. Gefälle und unterschneiden, einschließlich des unteren Vortritts wie Pos. 7 herzustellen. (Da sich die Treppe nach dem Ausschalen etwas setzen wird, so ist dieselbe erst nach Anbringung des wasserdichten Putzes an der Mittelwand aufzubetonieren)	40	—	200	—
12.	3,00	cbm Zementstampfbeton 1:10 zu den vier konischen Lichtschächten nach Zeichnung wie Pos. 7 herzustellen. Der Beton der Stüchappen ist nicht abgezogen; die Wandstärke beträgt 15 cm	50	—	150	—
13.	4,00	cbm Zementstampfbeton zu den Gewölbezwicken und zur Herstellung des Gefälles für die Drainageröhren im Mischungsverhältnis 1:12, sonst wie Pos. 7 herzustellen	17	50	70	—
14.	7	Stück Zementkunststeine als Konsole für die Rohrleitung 1,50 m lang, 20 cm breit nach Zeichnung herzustellen und in die Zwischenmauer dicht einzubetonieren. Der Beton der Mittelwand ist für den Durchgang der Kragsteine abgezogen	8	—	56	—
		Sa.: Stampfbetonarbeiten:			19682	50
		c) Maurerarbeiten.				
15.	1720,00	qm glatten, wasserdichten Zementmörtelputz 1:2 des vom Wasser benetzten Raumes der Behälterkammern und Treppen herzustellen, vor Anbringung des Putzes die Flächen leicht aufzurauen, gehörig abzuwaschen und mit einem Stahl-				

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
16.	6,70	besen zu reinigen, den ersten Anwurf ganz dünnflüssig anzubringen, hierauf Putz und Glätte aufzutragen, sauber zu filzen und zu bürsten. Alle Ecken sind auszurunden qm Treppenstufenauftrittsflächen zu riffeln, als Zuschlag zu Pos. 15	3	—	5160	—
17.	700,00	qm glatten, nicht geglätteten Zementmörtelputz 1:2 der oberhalb des Wasserspiegels befindlichen Flächen herzustellen, sonst wie Pos. 15	—	30	2	01
18.	1205,00	qm äußeren, mit der Kelle geglätteten Zementglatzstrich 1:4 der Gewölberücken-, Stützmauer-, Widerlager und aller Flächen unter der Anschüttung herzustellen und mit reinem Zement einzuschlämmen	1	80	1260	—
		Sa.: Maurerarbeiten:	1	—	1205	—
					7627	01
		d) Asphaltarbeiten.				
19.	1205,00	qm mit Zementglatzstrich versehene Flächen zweimal mit heißem Goudron gut deckend zu streichen	—	80	964	—
		Sa.: Asphaltarbeiten:			964	—
		e) Allgemeines.				
20.	4	Stück gußeiserne Schachtabdeckungen zu den konischen Aufsätzen für 60 cm Einsteigeöffnung, regensicher, mit aufklappbarem Deckel und Doppelriegelverschluß, anzuliefern und in Zementmörtel zu versetzen, einschließlich der erforderlichen Befestigungseisen. Gewicht für ein Stück 80 kg	50	—	200	—
21.	14	Stück Lüftungsrohre 15 cm i. L. weit, je 2,00 m lang mit Kappe und zylindrischen, verzinnnten, staubsicheren Stahldrahtschutzsieben anzuliefern, einzusetzen, sowie mit Dr. Rothschen Inertol zu streichen	40	—	560	—
22.	3,50	m Treppe auf der hinteren Böschung des Dammkörpers, bestehend aus 2 Rundholzwangen und 8 Stück 1,00 m langen Halbholauftrittstufen, die in die Wangen einzulassen und zu befestigen sind, einschließlich der zur Befestigung erforderlichen 8 Stück Pfähle herzustellen	1	80	6	30
22a.	1720,00	qm innere wasserberührte Flächen dreimal mit Dr. Rothschen Inertolanstrich zu versehen	1	30	2236	—
		Sa.: Allgemeines:			3002	30
		Zusammenstellung I.				
		a) Erdarbeiten	11793	55		
		b) Stampfbetonarbeiten	19682	50		
		c) Maurerarbeiten	7627	01		
		d) Asphaltarbeiten	964	—		
		e) Allgemeines	3002	30		
		Sa.: I. Behälterkammern:			43069	36

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
II. Schieberhäuschen.						
f) Stampfbetonarbeiten						
23.	5,30	cbm Zementstampfbeton zur Sohle der Schieberkammer, bestehend aus 1 Teil Portlandzement, 3 Teilen Sand und 6 Teilen Kies, 30 cm stark herzustellen, in 2 Schichten erdfeucht einzubringen und festzurammen, einschließlich Herstellung des Gefälles nach dem Leerlaufe hin	19	50	103	35
24.	21,60	cbm Zementstampfbeton der Grundmauern bis Oberkante Zwischendecke, innen senkrecht, außen mit Anlauf 1:10 in höchstens 15 cm starken Schichten erdfeucht einzubringen, die Oberlichtöffnung auszusparen, sonst wie Pos. 9 herzustellen. Bei Herstellung der Behälterstirnwand sind in Abständen von 1/2 m Vertiefungen zum Einbinden der Grundmauern auszusparen	20	50	442	80
25.	16,00	cbm Zementstampfbeton zu 50 und 40 cm starken Mauern und der hinteren 25 cm starken Giebelwand wie Pos. 23 herzustellen. Die Schäfte am Eingang sind nach Zeichnung und Angabe auszubilden. Die Oeffnungen werden nach den kleinsten lichten Maßen abgezogen.	20	50	328	—
26.	4,00	cbm Zementstampfbeton zu den seitlichen Ruhebänken und zum Oberlicht mit Stufe, sonst wie Pos. 25 herzustellen	50	—	200	—
27.	33,70	qm Vorsatzbeton von Granitgrus 1:3 bezw. äußere Ansichtsfläche vorgenannten Betons in Vorsatzbeton 5 cm stark herzustellen, nach der Ausschalung mit dem Kieshammer zu bearbeiten, als Zuschlag.	7	—	235	90
28.	13,80	m Unterglied 38 cm hoch, 6 cm vorspringend, als Zuschlag zu Pos. 27 nach Zeichnung zu betonieren	5	—	69	—
Sa. Stampfbetonarbeiten:					1379	05
g. Eisenbetonarbeiten.						
29.	10,00	qm Eisenbetondecke als Zwischendecke des Schieberaumes, 10 cm stark, mit allen erforderlichen Eiseneinlagen im Mischungsverhältnis 1:3:2, den amtlichen Vorschriften entsprechend herzustellen, einschließlich Einbetonieren des eisernen Rahmens und des Geländers für die Einsteigeöffnung, Aussparen der Löcher für die Schiebergestänge und Wasserstandsfernmelder	8	—	80	—
30.	10,00	qm Eisenbetondecke unter der Dachkonstruktion, 8 cm stark, an den Umfassungen 25 cm vom Mauergrund überkragend und 10 cm hoch das Gesims bildend, sonst wie Pos. 29 nach Angabe herzustellen, einschließlich Einbetonieren der zur Verankerung der Dachkonstruktion dienenden Eisenteile und des eisernen Rahmens für den Holzdeckel	7	—	70	—
31.	15,80	m Gesims, 19 cm vom Unterglied vorkragend, 10 cm hoch, in Vorsatzbeton herzustellen, als Zuschlag zu Pos. 27	3	—	47	40
Sa. Eisenbetonarbeiten:					197	40

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		h. Maurer- und Putzarbeiten.				
32.	20,00	qm Deckenputz in verlängertem Zementmörtel 1:1:4 herzustellen. Die Fensteröffnungen werden bei Putzflächen nicht abgezogen. Dafür sind alle Leibungen mitzuputzen.	1	30	26	00
33.	81,00	qm inneren Wandputz in verlängertem Zementmörtel wie in Pos. 32 auszuführen, einschließlich Herstellung der Leibungen und der erforderlichen Wasserrinne	1	20	97	20
34.	18,20	qm Riffelputz für die Schieberkellersohle und für den Fußboden des Schieberhäuschens 2 cm stark herzustellen	1	25	22	75
35.	4	Stück kleine eiserne Fenster, je 35 · 55 cm groß in Zementmörtel einzusetzen und zu verputzen	—	50	2	—
36.	2	Winkleisenrahmen mit eingienieteten Steindollen für die Behälterkammertüren 0,80 · 2,00 m i. L. groß einzusetzen und zu verputzen	2	20	4	40
37.	1	Blendrahmen der äußeren Eingangstür und Winkleisen-schwelle wie Pos. 36 zu verputzen	2	20	2	20
		Sa. Maurer- und Putzarbeiten:			154	55
		i. Isolierungsarbeiten versch. Art.				
38.	39,00	qm Goudronanstrich an den mit Erdreich anzuschüttenden äußeren Umfassungen gut deckend zweimal aufzutragen	1	—	39	—
39.	6,80	qm Isolierung auf den Grundmauern des Schieberhäuschens von 6 mm starker Asphaltfilzpappe (Stöße 10 cm Überdeckung) herzustellen und die Oberfläche einmal gut deckend mit Goudron zu streichen.	1	20	8	16
		Sa. Isolierungsarbeiten:			47	16
		k. Zimmererarbeiten.				
40.	26,80	m geschnittenes, trockenes Kantholz zu den Schwellen 12/12 cm stark zur Aufnahme der Mansardesäulen und Sparren anzuliefern, abzubinden, zu verlegen und festzuschrauben $2 (4,20 + 2,90) + 2 (4,70 + 3,20) - 3,20 = 26,80$ m	—	90	24	12
41.	5,10	m geschnittenes Kantholz zu Mansardesäulen und Hängesäulen 12/12 cm stark wie in Pos. 40 anzuliefern, abzubinden und aufzustellen $6 \cdot 0,70 + 0,90 = 5,10$ m	—	90	4	59
42.	5,60	m Kantholz zu den Winkelbändern 12/12 cm stark wie Pos. 40 anzuliefern $8 \cdot 0,70 = 5,60$ m	—	95	5	32
43.	14,20	m Kantholz zu Rahmen, 12/12 cm wie in Pos. 40 anzuliefern und mit den vorhandenen Bolzen zu verschrauben $2 (4,20 + 2,90) = 14,20$	—	90	12	78
44.	16,20	m Kantholz zu Gratsparren 12/14 cm stark, in Längen bis zu 3,15 m wie in Pos. 41 anzuliefern.	1	15	18	63
		Seitenbetrag:			65	44

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		Übertrag:			65	44
45.	40,60	m Kantholz zu Sparren und Schiftern 10/12 cm stark, in Längen bis zu 2,10 m, wie in Pos. 41 anzuliefern $0,80 \cdot 16 + (1,60 + 2,10) \cdot 2 + 1,0 + 1,50 \cdot 2 + 1,40 \cdot 4 + 2,20 \cdot 2 + 2,70 \cdot 2 = 40,60$ m	—	85	34	51
46.	10,20	m Kantholz zu Zangen 7/12 cm stark wie in Pos. 41 anzuliefern $2(1,80 + 2,30) + 4,00 \cdot 0,50 = 10,20$ m	—	68	6	94
47.	4	Stück Schraubenbolzen 15 mm im Durchmesser, zwischen Kopf und Mutter 22 cm lang mit Unterlagsscheibe anzuliefern, anzubringen, einschließlich bohren aller Löcher	—	45	1	80
48.	80	Stück Nägel 18 cm lang zum Befestigen der Sparren und Schifter anzuliefern und einzuschlagen	—	05	4	—
49.	30,70	qm Dachlattung für Ziegeldoppeldach von 3 · 6 cm starken Latten 14 cm weit herzustellen $\frac{1}{2} \cdot 3,20 \cdot 2,70 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 4,50 \cdot 2,20 \cdot 2 + 3,0 \cdot 0,5 + 0,80$ $[(3,50 + 4,60) \cdot 2 - 2,90] = 30,70$	1	05	32	24
50.	3,00	m Brettsims an der Hinterfront aus 24 mm starken, gehobelten Brettern, 20 cm ausladend, 10 cm hoch herzustellen und mit Karbolineum zu tränken	—	85	2	55
51.	12,40	m Mansardesimsbrett 12 cm hoch aus 24 mm starken, gehobelten Brettern anzuliefern und anzubringen $(3,20 + 4,50) \cdot 2 - 3,00 = 12,40$	—	45	5	58
52.	1	Stück 0,60 · 0,80 m großen Aussteigeholzdeckel in der Decke anzuliefern und anzubringen	2	—	2	—
		Sa. Zimmererarbeiten:			155	06
		l) Dachdeckerarbeiten.				
53.	30,70	qm Dachfläche als Ziegeldoppeldach von Biberschwänzen in Kalkzementmörtel einzudecken und innen zu verstreichen	3	60	110	52
54.	10	Stück Glasziegel anzuliefern und mit einzudecken	—	40	4	—
55.	16,20	m Grate von Gratziegeln einzudecken	2	50	40	50
		Sa. Dachdeckerarbeiten:			155	02
		m) Klempnerarbeiten.				
56.	15,80	m Hängerinne von Zink Nr. 12, 25 cm im Zuschnitt, einschließlich Ecken, Böden und Auslaufstutzen herzustellen und anzubringen	2	—	31	60
57.	14	Stück 3,25 mm starke verzinkte Rinneneisen anzuliefern und mit Schrauben zu befestigen	—	20	2	80
		Sa. Klempnerarbeiten:			34	40
		n) Schlosserarbeiten.				
58.	1	Stück eiserne Abdeckung für die Einsteigeöffnung nach dem Schieberkeller 0,70 · 1,00 m groß, bestehend aus einem				

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
59.	2,10	m Winkelleisenrahmen 40·40·5 mm mit aufgenietetem Flacheisenfalz 20·8 mm, 8 Stück eingienieteten Steindollen, im Gelenk aufklappbarem Deckel aus Riffelblech 5 mm (ohne Rippe gemessen), vertieft liegender Handhabe, an der Unterseite mit 0,50 m breitem, 15 mm i. Ø starkem Handgriff, der so angeordnet sein muß, daß der aufgeklappte Deckel die Fortsetzung der im Keller befindlichen Leiter bildet. An der vorderen Seite ist ein starker Schubriegel vorzusehen, welcher bei aufgeklapptem Deckel in den im Mauerwerk sitzenden Schließhaken eingreift	30	25	30	25
60.	2	m Geländer 0,90 m hoch um die Einsteigeöffnung, bestehend aus einer 30 mm starken Ecksäule und oberen Handleiste anzuliefern, aufzustellen und zu grundieren, an der Längsseite ist die Handleiste mit Gelenk, Einlegehaken und oberer Arretierungsfeder zu versehen	12	—	25	20
61.	1	Stück eiserne Türen 0,80·2,00 m i. L. groß, bestehend aus einem Winkelleisenrahmen 40·40·5 mm stark mit 7 Stück eingienieteten Steindollen, Türrahmen 30·30·5 mm stark, mit eingienieteter, 2 mm starker Blechfüllung, 2 Stück Aufsatzbändern, Kastenschloß mit einseitigem Drücker, 2 Schlüssel, einem im oberen Teil der Tür eingesetzten Ventilationssieb von staubdichter Stahldrahtgaze anzuliefern und zu grundieren. Eisengewicht: 60 kg für 100 kg 70 M. =	42	—	84	—
62.	1	Stück Beschläge für die Eingangstür, bestehend aus 2 starken Fischbändern, Einsteckschloß m. Drückergarnitur, 2 Schlüssel anzuliefern und anzubringen	12	—	12	—
63.	4	Stück Türoberlichtgitter für 40·75 cm große Öffnung, bestehend aus 2 Längs- und 4 Querstäben von 13 mm starkem Quadrateisen grundiert anzuliefern und zu befestigen, einschließlich allem Zubehör	7	—	7	—
64.	1	Stück schmiedeeiserne Fenster 35·55 cm groß, bestehend aus Kreuzeisenrahmen, Flügel mit Sprossenteilung anzuliefern, einschließlich des erforderlichen Gestänges für die Lüftung 10 kg à 0,70 M.	7	—	28	—
65.	3	Stück Beschläge zu einem aufklappbaren Holzdeckel in der obersten Decke 0,60·0,80 m groß, bestehend aus 2 Langbändern 50·8 mm und 2 Bandhaken, einschließlich der 15·15 cm großen Stahldrahtgaze über dem Belüftungsloch anzuliefern und zu befestigen. 10 kg à 1.— M.			10	—
66.	1	Stück Lüftungssiebe 15·15 cm groß, aus Stahldrahtgaze in Eisenrahmen, grundiert anzuliefern und zu befestigen	2	50	7	50
		Stück Lichtschachtabdeckung für Fußverkehr anzuliefern, 0,50·1,00 m groß, bestehend aus einem Winkelleisenrahmen 30·30·6 mm stark, 6 eingienieteten Steindollen, einem Eisenrahmen mit Kreuzsprossen für Rohglas, 2 Bänder, Dornverschluß			21	—
Seitenbetrag:					224	95

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		Übertrag:			224	95
67.	1	Stück eiserne Sprossenleiter 3,90 m lang, 0,40 m breit anzuliefern, bestehend aus 2 Holmen aus Flacheisen 42·6½ mm stark, 18 Sprossen von 4 mm Riffelblech, 4 cm breit, mit angenieteten Versteifungen, am oberen Ende 2 Haken zur Befestigung in Ösen. Gewicht 40 kg à 0,60 M.			24	—
68.	1	Stück Fußabstreicher aus Flacheisen anzuliefern			3	—
69.	4	Stück Rundeisenanker 15 mm im Durchmesser stark, je 0,85 m lang, zur Befestigung der Dachkonstruktion, mit angenieteter Platte, Unterlagsscheibe und Mutter anzuliefern	2	—	8	—
70.	16	Stück Bolzen von 17 bis 24 cm Länge anzuliefern	—	30	4	80
		Sa. Schlosserarbeiten:			264	75
		o) Tischler- und Glaserarbeiten.				
71.	1	Stück einflüglige Eingangstür aus astreinem Eichenholz 1,00·2,00 m groß, mit 40 mm starkem Blendrahmen, 40 mm starkem Rahmenholz, 25 mm starken unteren Füllungen, oberer 0,40·0,75 m großer Glasfüllung mit Sprossenteilung, mit heißem Leinölfirnis getränkt, nach Zeichnung anzufertigen, anzuliefern, einzupassen, einschl. Befestigung des Blendrahmens mit 7 Steinschrauben	60	—	60	—
72.	1	Stück Fenster der Eingangstür mit 2 mm starkem Glas zu verglasen	1	20	1	20
73.	4	Stück eiserne Fenster 35·55 cm groß, bestehend aus je 6 Scheiben, wie in Pos. 72 zu verglasen	—	60	2	40
74.	1	Stück Oberlicht 0,50·1,00 m groß, bestehend aus 12 Scheiben, mit 2 cm starkem Rohglas zu verglasen			1	50
		Sa.: Tischler- und Glaserarbeiten:			65	10
		p) Malerarbeiten.				
75.	12,40	m Mansardesimsbrett 12 cm hoch zweimal gut deckend mit Ölfarbe zu streichen	—	20	2	48
76.	3,00	m Brettsims, 20 cm ausladend, 10 cm hoch zweimal gut deckend mit Ölfarbe zu streichen	—	25	—	75
77.	15,80	m Hängerinne 25 cm im Zuschnitt zweimal gut deckend mit Ölfarbe zu streichen	—	15	2	37
78.	1	Stück Eingangstür 1,00·2,00 m groß, von beiden Seiten mit bestem Leinölfirnis zu ölen und zu lackieren			3	60
79.	1	Stück Türoberlichtgitter 0,40·0,75 m groß, gut deckend mit Ölfarbe zu streichen			—	70
80.	2	Stück innere eiserne Türen zu den Behälterkammern 0,80·2,00 m groß, beiderseitig zweimal gut deckend mit Ölfarbe zu streichen und zu lackieren	2	25	4	50
81.	4	Stück eiserne Fenster 0,35·0,55 m groß, gut deckend mit Ölfarbe zu streichen und zu lackieren	—	70	2	80
82.	1	Stück Lichtschachtabdeckung 0,50·1,00 m mit Sprossenteilung, gut deckend mit Ölfarbe zu streichen			—	50
		Seitenbetrag:			17	70

Position	Anzahl	Gegenstand der Berechnung	Geld-Betrag			
			im Einzelnen		im Ganzen	
			Mark	Pf.	Mark	Pf.
		Übertrag:			17	70
83.	10,00	qm Deckenfläche zu seifen, gut deckend mit Leimfarbe zu streichen und mit einfachen Linien zu versehen	—	25	2	50
84.	31,90	qm Wandflächen zu seifen und gut deckend mit Leimfarbe zu streichen, einschl. Herstellung eines einfachen 1,00 m hohen Sockels	—	20	6	38
85.	56,40	qm Decken- u. Wandflächen im Schieberkeller zu schlämmen	—	10	5	64
86.	1	Stück eiserne Riffelblechabdeckung 0,70 · 1,00 m groß, oberhalb mit zementfarbigem Inertol, unterhalb mit Ölfarbe zu streichen	1	30	1	30
87.	2,10	m einfaches Eisengeländer mit Ölfarbe zu streichen	2	—	4	20
88.	1	Stück Sprossenleiter 3,90 m lang, 0,40 m breit mit 18 Sprossen aus Riffelblech mit Ölfarbe zu streichen	5	—	5	—
		Sa.: Malerarbeiten:			42	72
		q) Allgemeines.				
89.	20,00	m Einfriedigung, bestehend aus 4 Stück bearbeiteten Granitsäulen, je 1,30 m lang, 0,40 · 0,40 m im Querschnitt groß und 40 mm im Durchmesser starkem Gasrohr herzustellen	2	—	40	—
90.	10,00	m Handlaufstange, 30 mm im äußeren Durchmesser stark, für die Behältertreppen anzuliefern und zu befestigen	—	50	5	—
		Sa.: Allgemeines:			45	—
		Zusammenstellung II.				
		f) Stampfbetonarbeiten			1379	05
		g) Eisenbetonarbeiten			197	40
		h) Maurer- und Putzarbeiten			154	55
		i) Isolierungsarbeiten			47	16
		k) Zimmererarbeiten			155	06
		l) Dachdeckerarbeiten			155	02
		m) Klempnerarbeiten			34	40
		n) Schlosserarbeiten			264	75
		o) Tischler- und Glaserarbeiten			65	10
		p) Malerarbeiten			42	72
		q) Allgemeines			45	—
		Sa. II. Schieberhäuschen:			2540	21
		Sa. I. Behälterkammern:			43069	36
		Insgemein 1%			456	10
		Gesamtsumme:			46065	67
		1 cbm Wasser aufzuspeichern verursacht demnach einen Kostenaufwand von				
		46065,67 : 2155,2 = rund 21,40 Mark.				

Preisberechnungen einiger der wichtigsten Positionen des Kostenanschlages.

Pos. 2 1 cbm festen Boden auszuschachten bis 3,60 m tief.

1 cbm festen, gewachsenen Boden bis 1,50 m tief auszuschachten erfordert	
1 1/2 Arbeiterstunde	je 0,45 = M. 0,68
bis 2,5 m tief auszuschachten, als Zuschlag für Arbeitslohn, Rüstungen, Absteifungen usw.	" 0,20
bis 3,5 m tief auszuschachten, als Zuschlag für Arbeitslohn, Rüstungen, Absteifungen, Planie und Abrammen der Sohle	= " 0,25
1 cbm fester Boden = 1 1/3 gelockerter Boden,	
1 cbm gelockerter Boden = ca. 8 Karren;	
1 cbm fester Boden demnach 1,33 · 8 = ca. 10 1/2 Karren.	
In einer Arbeitsstunde sind 12 Karrengänge möglich, folglich	
1 cbm festen Boden beiseite zu karren	= $\frac{0,45 \cdot 10,5}{12}$ = " 0,39
	M. 1,52

Hierzu 20% für Geräte-Unterhaltung, Darleihen der Gerüste, Geschäftskosten, Versicherungsbeiträge, Meistergebühren, sowie für etwaige Wasserhaltung

" 0,30

M. 1,82

rd. " 1,80

Pos. 3 1 cbm gelockerten Boden ein- bzw. aufzufüllen und zu rammen.

1 cbm ausgeschachteten Boden herbeizukarren	M. 0,39
1 cbm Bodenmasse ein- bzw. aufzufüllen, einschließlich Rammen in Schichten von 15 cm, erfordert 2/3 Arbeiterstunde	je 0,45 " 0,30
	M. 0,69
Hierzu 20% für Geräte-Unterhaltung, Darleihen der Gerüste usw.	" 0,14
	M. 0,83
	rd.: " 0,80

Pos. 4 1 qm Mutterboden wieder aufzubringen.

1 qm Mutterboden herbeizukarren = 1 Karrengang	= $\frac{0,45}{12}$ = M. 0,04
1 qm aufzubringen und anzuklopfen = 1/3 Arbeiterstunde	" 0,15
	M. 0,19
Hierzu 20%	" 0,04
	M. 0,23
	= rd.: " 0,25

Pos. 6 1 m 10 cm weite Drainageröhren anzuliefern und zu verlegen:

1 m Rohr	je 0,70 M. = M. 0,70
Verlegen 1/4 Maurerstunde	je 0,55 M. = " 0,14
	M. 0,84
Hierzu 10%	" 0,08
	M. 0,92
	rd.: " 0,90

Pos. 7 1 cbm Zementstampfbeton 1:3:6 für die Behältersohle herzustellen.

1 cbm Zement kostet	40,0 M.
3 " Sand je 3,5 M.	= 10,5 "
6 " Kies je 4,0 "	= 24,0 "
10 cbm trockene Masse	= 74,5 M.
10 " " " "	= 8 cbm Beton.

1 cbm kostet demnach	$\frac{7,45}{0,8}$	= M.	9,31
Für Mischen 3 Arbeiterstunden	je 0,45	"	1,35
" Einschalung, Verschnitt der Hölzer usw.		"	1,50
" Einbringen, Festrammen usw. 6 Betonarbeiterstunden	je 0,55	"	3,30
		M.	15,46
Hierzu 20% für Geräte-Unterhaltung, Darleihen der Gerüste usw.		"	3,09
		M.	18,55
		= rd.:	18,50
Pos. 8 u. 9 1 cbm Zementstampfbeton 1:3:6 für Wände, Pfeiler und Gewölbe herzustellen.			
1 cbm Beton kostet		M.	9,31
Für Mischen 3 Arbeiterstunden	je 0,45	= "	1,35
" Einschalung, Verschnitt der Hölzer usw.		"	3 15
" Einbringen, Festrammen usw. 6 Betonarbeiterstunden	je 0,55	= "	3,30
		M.	17,11
Hierzu 20% für Geräteunterhaltung usw.		"	3,42
		M.	20,53
		rd.:	20,50
Pos. 13 1 cbm Zementstampfbeton 1:12 zu den Gewölbezwickeln herzustellen.			
1 cbm Zement kostet		M.	40,0
12 " Kiessand je 3,8 M.	= "		45,6
13 cbm trockene Masse	= M.		85,6
13 " " " = 10,40 cbm Beton.			
1 cbm kostet demnach	$\frac{85,6}{10,4}$	= M.	8,23
Für Mischen 3 Arbeiterstunden	je 0,45	"	1,35
" Einschalung, Verschnitt der Hölzer usw.		"	1,70
" Einbringen, Festrammen, Herstellung des Gefälles = 6 Betonarbeiterstunden	je 0,55	"	3,30
		M.	14,58
Hierzu 20% für Geräteunterhaltung usw.		"	2,92
		M.	17,50
Pos. 15 1 qm glatten Zementmörtelputz 1:2 herzustellen.			
1 cbm Zement kostet		M.	40,0
2 " Sand je 3,5 M.	= "		7,0
3 cbm trockene Mörtelmasse	= M.		47,0
3 " Zement und Sand ergeben 2,4 cbm Mörtel.			
1 cbm Zementmörtel kostet demnach	$\frac{47,0}{2,4}$	= M.	19,58
Für Mischen 2 1/2 Arbeiterstunde	je 0,45	"	1,13
		M.	20,71
Für 1 qm Putz sind erforderlich:			
25 l Zementmörtel	je 0,02 M.	"	0,50
Bitumenzusatz		"	0,75
2 Maurerstunden	je 0,55	"	1,10
1/3 Arbeiterstunde	je 0,45	"	0,15
		M.	2,50
Hierzu 20% für Geräteunterhaltung usw.		"	0,50
		M.	3,00

Pos. 18 1 qm Zementglattstrich 1:4 herzustellen.

1 cbm Zement kostet	M. 40,0	
4 „ Sand je 3,5 M.	„ 14,0	
5 cbm trockene Mörtelmasse	= M. 54,0	
5 cbm Zement und Sand ergeben 4 cbm Mörtel.		
1 cbm Zementmörtel kostet demnach:	$\frac{54,0}{4}$	= M. 13,50
Für Mischen $2\frac{1}{2}$ Arbeiterstunde	je 0,45	= „ 1,13
		M. 14,63
Für 1 qm Zementglattstrich sind erforderlich:		
20 l Zementmörtel	je M. 0,015	„ 0,30
$\frac{2}{3}$ Maurerstunde	je „ 0,55	„ 0,37
$\frac{1}{3}$ Arbeiterstunde	je „ 0,45	„ 0,15
		M. 0,82
Hierzu 20% für Geräteunterhaltung usw.		„ 0,16
		M. 0,98
	rd.:	„ 1,00

Pos. 27 1 cbm Vorsatzbeton aus Granitgrus 1:3 herzustellen.

1 cbm Zement kostet	M. 40,0	
3 „ Granitgrus je 40 M.	M. 120,0	
4 cbm trockene Masse	= M. 160,0	
4 cbm „ „ ergeben 3,2 cbm Beton.		
1 cbm Beton kostet demnach	$\frac{160,0}{3,2}$	= M. 50,00
Für Mischen 3 Arbeiterstunden	je 0,45	„ 1,35
		M. 51,35
1 qm 5 cm starker Vorsatzbeton kostet demnach	$\frac{51,35 \cdot 5}{100}$	= M. 2,57
Für Einbringen, Festrammen usw.		
1 $\frac{1}{2}$ Betonarbeiterstunde	je 0,55	„ 0,83
Für Einschalung, Verschnitt der Hölzer usw.		„ 1,65
Für Bearbeitung $2\frac{1}{2}$ Steinmetzstunden	je 0,60	„ 1,50
		M. 6,55
Hierzu 20% „		1,31
		M. 7,86
Ab für Ersparnis an Zementbeton:		
1 cbm kostet nach Pos. 8 u. 9 = 17,16 M.		
1 qm 5 cm kostet folglich $\frac{17,16 \cdot 5}{100}$		M. 0,86
	1 qm als Zuschlag	M. 7,00

Pos. 29 1 qm 10 cm starke Eisenbetondecke herzustellen.

1 cbm Zement kostet	= M. 40,0	
5 „ Kiessand je 3,8 M.	= „ 19,0	
6 cbm trockene Masse	= M. 59,0	
6 „ „ „ ergeben 4,8 cbm Beton.		
1 cbm Beton kostet demnach	$\frac{59,0}{4,8}$	= M. 12,29
Für Mischen 3 Arbeiterstunden	je 0,45	„ 1,35
		M. 13,64

1 qm 10 cm stark kostet demnach	M.	1,36
9 Stück Rundeisen 10 mm Durchmesser,		
1 m je 0,62 kg = rd. 6 kg; 100 kg = 20,0 M.	"	1,20
Für Einschalung, Verschnitt der Hölzer usw.	"	2,50
Eisen abladen, biegen und verlegen 2 Arbeiterstunden	je 0,50	" 1,00
Für Einbringen, Festrammen: 1 Betonarbeiterstunde	"	0,55
	M.	6,61
Hierzu 20%	"	1,32
	M.	7,93
rd.:	M.	8,00

Pos. 30 1 qm 8 cm starke Eisenbetondecke herzustellen.

1 cbm Beton kostet 13,64 M.		
1 qm 8 cm stark kostet demnach	$\frac{13,64 \cdot 8}{100}$	= M. 1,09
9 Stück Rundeisen 8 mm Durchmesser		
1 m je 0,40 kg = rd. 3,6 kg; 100 kg = 20,0 M.	"	0,72
Für Einschalung, Verschnitt usw.	"	2,50
Eisen abladen, biegen und verlegen, 2 Arbeiterstunden	je 0,50	" 1,00
Für Einbringen, Festrammen: 1 Betonarbeiterstunde	"	0,55
	M.	5,86
Hierzu 20%	"	1,17
	M.	7,03
rd.:	M.	7,00

Pos. 32 1 qm Deckenputz in verlängertem Zementmörtel herzustellen.

1 cbm Zement kostet	M.	40,0
1 „ gelöschter hydraulischer Kalk „	"	10,0
4 „ Sand	je 3,5	" 14,0
6 cbm trockene Masse	= M.	64,00
6 „ „ „ ergeben 4,8 cbm Mörtel.		
1 „ Mörtel kostet demnach	$\frac{64,0}{4,8}$	= M. 13,33
Für Mischen 2 1/2 Arbeiterstunden	je 0,45	" 1,13
	M.	14,46
1 qm Deckenputz erfordert:		
25 l Mörtel	$= \frac{14,46 \cdot 25}{1000}$	= M. 0,36
1 Maurerstunde		" 0,55
1/3 Arbeiterstunde	je 0,45	" 0,15
	Hierzu 20%	" 0,21
	M.	1,27
rd.:	M.	1,30

Pos. 34 1 qm Riffelputz herzustellen.

Es sind erforderlich:		
20 l Zementmörtel (von Pos. 15)	M.	0,40
1 Maurerstunde	"	0,55
1/4 Arbeiterstunde	je 0,45	" 0,11
	M.	1,06
Hierzu 20%	"	0,20
	M.	1,26
rd.:	M.	1,25

Pos. 40 1 m geschnittenes Kantholz 12/12 cm stark anzuliefern und zu verlegen.

1 cbm Kantholz 12/12 cm stark kostet 38,0 M., 1 m = 0,014 cbm		= M.	0,53
Abbinden, Aufbringen, Verlegen: $\frac{1}{2}$ Zimmererstunde	je 0,55 M.	"	0,28
		M.	0,81
	Hierzu 15%	"	0,12
		M.	0,93
	rd.:	M.	0,90

Pos. 44 1 m Kantholz 12/14 cm stark zu Gratsparren anzuliefern und zu verlegen.

1 cbm Kantholz 12/14 cm stark kostet 38,0 M.		= M.	0,64
1 m = 0,017 cbm			
Abbinden, Aufbringen, Verlegen: $\frac{2}{3}$ Zimmererstunden	je 0,55	"	0,37
		M.	1,01
	Hierzu 15%	"	0,15
		M.	1,16
	rd.:	M.	1,15

Pos. 49 1 qm Dachlattung für Ziegeldach herzustellen.

1 qm Dachfläche erfordert 7 m Latten	je 0,10	M.	0,70
$\frac{1}{3}$ Zimmererstunde	je 0,55	"	0,18
	Nägel	"	0,05
		M.	0,93
	Hierzu 15%	"	0,14
		M.	1,07
	rd.:	M.	1,05

Pos. 50 1 m Brettsims herzustellen.

1 qm 24 mm starke Bretter kosten 1,00 M.			
Erforderlich: 0,30 qm Bretter = $\frac{100}{30}$		M.	0,33
Bretter zurichten, anslagen, hobeln			
$\frac{3}{4}$ Zimmererstunde	je 0,55	"	0,41
	Nägel	"	0,03
		M.	0,76
	Hierzu 15%	"	0,11
		M.	0,87
	rd.:	M.	0,85

VI.

Statische Berechnung.

Den Untersuchungen wurden die ministeriellen Bestimmungen vom 31. März 1911 zu Grunde gelegt. Folgende Einheiten wurden festgesetzt:

- 1 cbm Beton = 2200 kg
- 1 „ Überschüttung = 1700 kg
- 1 „ Wasser = 1000 kg
- 1 „ Eisenbeton = 2400 kg
- 1 qm Schneelast = 75 kg

Zulässige Pressung des Baugrundes 3 kg/qcm.

Die graphischen Untersuchungen sind nach der Stützlinien-Theorie ausgeführt worden. Das angewendete zeichnerische und rechnerische Verfahren stützt sich zum Teil auf folgende Literatur:

1. Die graphische Statik und Festigkeitslehre von R. Lauenstein.
2. Die neueren Methoden der Festigkeitslehre und der Statik der Baukonstruktionen von H. F. B. Müller-Breslau.
3. Taschenbuch für Bauingenieure von M. Förster-Dresden.
4. Handbuch für Eisenbetonbau von F. v. Emperger; 3. Band, Bauausführungen aus dem Ingenieurwesen, 2. Teil. 1907.
5. Der Portland-Zement und seine Anwendung im Bauwesen. 1905.
6. Leitfaden für Eisenbeton v. E. Kersten.

A. Graphostatische Behandlung.

1. Untersuchung der Tonnen- und Endgewölbe.

Stichkappe mit Endschenkel.

Für die Gesamtüberdeckung des Hochbehälters wurde das symmetrische Tonnengewölbe mit wagrechter Achse gewählt. Im vorliegenden Falle kommt außer dem Eigengewicht des Gewölbes nur ruhende und gleichmäßig verteilte Last durch die Erdüberschüttung und durch Schneelast in Frage. Maßgebend für die Wahl der Gewölbeform war das Bestreben, an Baustoffen zu sparen und die Materialfestigkeit bestens auszunutzen. Die eingezeichnete Stützlinie fällt mit der Gewölbemittelinie zusammen, der weitere Verlauf derselben findet im Kerne des Gewölbeendschenkels statt.

Nach mehrmaliger Untersuchung hat sich ein bestimmtes Radienverhältnis ergeben, wonach das Gewölbe konstruiert wurde. Mit Rücksicht auf die Holzkonstruktion war eine durchweg gleichmäßige Spannweite, auch im Endfeld, zu beachten. Die Dimensionierung des Gewölbes erfolgte unter diesen Gesichtspunkten, als Scheitelstärke wurden 20 cm angenommen. Das Gewölbe hat nach dem Kämpfer hin Verstärkungen erhalten, um eine gleichmäßige Inanspruchnahme zu erzielen. Zur gleichmäßigeren Übertragung der hohen Pressungen im Beton auf die Bodenfuge wurden an der Sohle Ausrundungen eingelegt. Es wird angenommen, daß sich der Druck unter 45° verteilt. Die Behältersohle wurde am Endschenkel um den halben Winkel des angenommenen Böschungsverhältnisses 2:3 gehoben, um in der Fortsetzung des Endschenkels an Baustoffen zu sparen und den zulässigen Gleitwinkel einzuhalten.

In den folgenden Berechnungen bezeichne:

- G = Gewicht des beanspruchten Bauteils.
- E = Erddruck.
- W₁ = Wasserdruk.

P = Nutz- oder Auflast.

F = betrachtete Querschnittsfläche.

W = Widerstandsmoment der Querschnittsfläche.

M = Biegemoment.

k_1 (p) = gleichmäßige Zug- oder Druckspannungen in kg/qcm

k_2 (q) = Biegungsspannungen.

σ = Summe der auftretenden Spannungen.

p = Dreieckslast.

q = gleichmäßig verteilte Last.

Gewichtsberechnungen für Untersuchung mit und ohne Wasserdruck.

(Auf Beton reduziert)

$$G_1 = 1,39 \cdot 0,85 = 1,18 \text{ cbm Beton}$$

$$G_2 = 1,57 \cdot 0,80 = 1,25 \text{ " "}$$

$$G_3 = 1,70 \cdot 0,76 = 1,29 \text{ " "}$$

$$G_4 = 1,00 \cdot 0,32 = 0,32 \text{ " "}$$

$$G_5 = 0,95 \cdot 0,43 = 0,41 \text{ " "}$$

$$G_6 = 0,60 \cdot 0,88 = 0,53 \text{ " "}$$

$$G_7 = 1,55 \cdot 0,40 = 0,62 \text{ " "}$$

$$E_1 = 1,27 \cdot 1,00 = 1,27 \text{ " "}$$

$$E_2 = 1,27 \cdot 1,00 = 1,27 \text{ " "}$$

$$E_3 = 1,14 \cdot 1,00 = 1,14 \text{ " "}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \cdot 0,60 = 0,05 \text{ " "}$$

$$W_2 = 0,33 \cdot 0,95 = 0,31 \text{ " "}$$

$$W_3 = 0,64 \cdot 0,95 = 0,61 \text{ " "}$$

$$W_4 = 0,97 \cdot 0,80 = 0,78 \text{ " "}$$

$$G_8 = \frac{1}{2} (1,39 + 1,51) \cdot 1,00 = 1,45 \text{ " "}$$

$$G_9 = \frac{1}{2} (1,51 + 1,75) \cdot 0,88 = 1,43 \text{ " "}$$

Die Kantenpressungen für Beton betragen im Gewölbescheitel

$$k = \frac{P}{F} = \frac{10780}{2000} = 5,39 \text{ kg/qcm}$$

im Kämpfer

$$k = \frac{P}{F} = \frac{12450}{2500} = 4,98 \text{ kg/qcm}$$

Die Pressungen nehmen nach der Fundamentsohle hin ab und betragen in der Bodenfuge

a_0 — b_0 nach Blatt 4

$$\text{bei leerem Behälter: } k_a = k_b = \frac{P_2}{F} = \frac{10,00 \cdot 2200}{1,55 \cdot 100} = 1,42 \text{ kg/qcm}$$

bei vollem Behälter beträgt die mittlere Pressung

$$k_0 = \frac{P_1}{F} = \frac{9,45 \cdot 2200}{1,55 \cdot 100} = 1,34 \text{ kg/qcm}$$

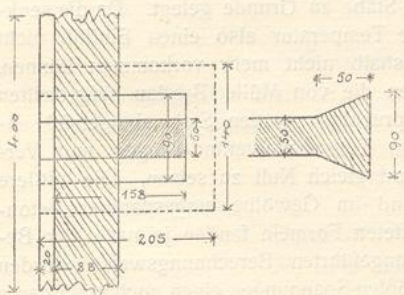
Die Kantenpressung $k_a = 2,68 \text{ kg/qcm}$; $k_b = 0$

Die zulässigen Pressungen werden also unterschritten.

2. Untersuchung der Gurtbogen mit Widerlager.

Für die Berechnung wurde der ungünstigste Fall angenommen, so daß die Stirnwand an der Gurtbogenwand unmittelbar abscheere und der Bogen noch allein stand-

sicher sei. Eine Ausrundung an der Sohle soll die Standsicherheit erhöhen und die Reinigung des Behälters erleichtern.



Gewichtsberechnung und Untersuchung mit und ohne Wasserdruck.

(Auf Beton reduziert)

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Tonnengewölbehälften} &= 2 (G_8 + G_9) = 2 \cdot 2,88 &= 5,76 \text{ cbm} \\
 \text{Über der Gewölbewand} &0,24 \cdot 1,55 &= 0,37 \text{ „} \\
 \text{Tonnengewölbewiderlager} &\frac{1}{2} \cdot (0,50 + 0,24) \cdot 0,20 - \frac{2}{3} \cdot 0,24 \cdot 0,05 &= 0,06 \text{ „} \\
 1 \text{ m Gewölbe bis Wasserspiegel} &&= 6,19 \text{ cbm Beton} \\
 G_1 &= 6,19 + \frac{1}{2} (0,46 + 0,80) \cdot 0,50 &= 6,19 + 0,32 = 6,51 \text{ cbm} \\
 G_2 &= 6,19 + \left[\frac{1}{2} (0,84 + 0,70) \cdot 1,00 + \frac{1}{2} \cdot 1,02 \cdot 0,44 \right] \cdot 0,50 &= 6,19 + 0,50 = 6,69 \text{ „} \\
 G_3 &= 6,19 + \left[\frac{1}{2} (1,65 + 2,90) \cdot 1,00 + \frac{1}{2} \cdot 0,95 \cdot 0,44 - \frac{1}{2} \cdot 0,35 \cdot 0,64 \right] \cdot 0,50 &= 6,19 + 1,19 = 7,38 \text{ „} \\
 G_4 &= 6,19 + \left[\frac{1}{2} (0,51 + 0,88) \cdot 3,61 + 3,12 \cdot 0,81 \right] \cdot 0,50 &= 6,19 + 2,52 = 8,71 \text{ „} \\
 &&29,29 \text{ cbm}
 \end{aligned}$$

$$W_1 = \frac{1}{2} (0,20 + 0,40) \cdot 1,40 = 0,42 \cdot 0,50 = 0,21 \text{ cbm}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} (0,40 + 0,55) \cdot 0,65 = 0,31 \cdot 0,50 = 0,16 \text{ „}$$

$$W_3 = \frac{1}{2} (0,55 + 0,95) \cdot 1,20 = 0,90 \cdot 0,50 = 0,45 \text{ „}$$

$$W_4 = \frac{1}{2} (0,95 + 1,42) \cdot 1,30 = 1,55 \cdot 0,50 = 0,77 \text{ „}$$

$$E = \frac{1}{2} (0,90 + 0,34) \cdot 3,30 \cdot 0,50 = 1,02 \text{ „}$$

$$G_5 = 2,05 \cdot 0,40 \cdot 0,55 = 0,45 \text{ „}$$

Bei leerem Behälter betragen die mittleren Betonspannungen in der Scheitelfuge

$$k = \frac{15,4 \cdot 2200}{50 \cdot 50} = \frac{33800}{2500} = 13,55 \text{ kg/qcm;}$$

$$\text{im Widerlager an den Schäften: } k = \frac{20,3 \cdot 2200}{80 \cdot 50} = \frac{44660}{4000} = 11,16 \text{ kg/qcm;}$$

$$\text{in der Sohlenfuge: } k = \frac{30,0 \cdot 2200}{158 \cdot 90} = \frac{66000}{14220} = 4,64 \text{ kg/qcm;}$$

$$\text{die mittleren Bodenpressungen: } k = \frac{30,4 \cdot 2200}{205 \cdot 140} = \frac{66880}{28700} = 2,33 \text{ kg/qcm.}$$

B. Rechnerische Behandlung.

Um eine wirtschaftlich vorteilhafte Konstruktion zu schaffen, wurde der Berechnung die Theorie von Müller-Breslau für statisch unbestimmte gerade Stäbe zu Grunde gelegt. Da die senkrechten Umfassungswände unter der Erde liegen, die äußere Temperatur also einen Einfluß nicht mehr geltend zu machen vermag, Formenveränderungen deshalb nicht mehr vorkommen können, außerdem nur ruhende Last zu berücksichtigen ist, erschienen die von Müller-Breslau aufgestellten Bedingungsgleichungen für den auf Biegezugfestigkeit beanspruchten geraden Stab sinngemäß anwendbar. In der Berechnung unberücksichtigt blieben also Temperaturveränderungen und Verschiebungen der Angriffspunkte der Auflagerdrücke, sie sind gleich Null zu setzen. Die mittlere Längswand im Behälter ist als senkrechter, an der Sohle und im Gewölbe eingespannter Betonbalken mit Dreieckbelastung betrachtet worden. Die abgeleiteten Formeln fanden je nach der Belastung Verwendung. Nach der von Prof. F. W. Büsing angeführten Berechnungsweise würden unter Berücksichtigung des Potenz-Gesetzes die berechneten größten Spannungen einen noch niedrigeren Wert erreichen, also die Zugspannungen zum Teil überhaupt nicht auftreten. Es würden folgende Gleichungen anzuwenden sein:

1. Druckzone.

$$\sigma_d = 1,06 \cdot \frac{M}{b \cdot h^2} = 1,06 \frac{M}{W}$$

2. Zugzone.

$$\sigma_z = 0,95 \cdot \frac{M}{b \cdot h^2} = 0,95 \frac{M}{W}$$

Da die Bauteile im wesentlichen durch achsiale Druckkräfte in Anspruch genommen werden und zu diesen Kräften noch Bieugungsmomente hinzutreten, sodaß sich eine exzentrische Druckbelastung ergibt, so würde die Anwendung dieser Formeln zulässig sein.

1. Mittelwand.

a. Äußere Kräfte.

Überschüttung, reduziert auf Beton.

$$2 \text{ Tonnengewölbehälften} = 2 (G_8 + G_9) = 2 \cdot (1,45 + 1,43) = 5,76$$

$$\text{Über der Mittelmauer } 0,24 \cdot 1,55 = 0,37$$

$$\text{Tonnengewölbewiderlager } \frac{1}{2} (0,50 + 0,24) \cdot 0,20 - \frac{2}{3} \cdot 0,24 \cdot 0,05 = 0,06$$

$$\underline{\underline{6,19 \text{ qm}}}$$

$$\text{Belastung: } 6,19 \cdot 1,00 \cdot 2200 = 13,62 \text{ t} = P$$

Wasserdruck

$$\text{Belastung: } \frac{1}{2} \cdot 3,12^2 \cdot 1,00 \cdot 1000 = 4,87 \text{ t} = W$$

b. Eigengewicht.

Obere Hälfte der Mittelwand:

$$\frac{1}{2} (0,50 + 0,60) \cdot \frac{3,12}{2} \cdot 1,00 \cdot 2200 = 1,89 \text{ t} = G_1$$

Ganze Mittelwand $G_1 + G_2$

$$\frac{1}{2} (0,50 + 0,70) \cdot 3,12 \cdot 1,00 \cdot 2200 = 4,12 \text{ t} = G_2$$

Sohle auf 1,15 m Breite

$$1,15 \cdot 0,40 \cdot 1,00 \cdot 2200 = 1,01 \text{ t} = G_3$$

Die Mittelwand ist auf beiden Seiten eingespannt, ihre Stützpunkte sind nicht verschieblich. Folgende Formeln finden Anwendung:

$$M_1 = - 0,033 p l^2 = - \frac{p l^2}{30}$$

$$M_0 = + 0,0215 p l^2$$

$$M_2 = - 0,05 p l^2 = - \frac{p l^2}{20}$$

c. Berechnung der Bieugungsmomente.

Im vorliegenden Falle ist für Dreiecksbelastung $p = 3,12 \cdot 1,00 \cdot 1000 = 3120 \text{ kg}$.

1. Bieugungsmoment M_1

$$M_1 = - 0,033 p l^2$$

$$M_1 = - 0,033 \cdot 3,12 \cdot 3,12^2 = - 1,002 \text{ tm}$$

2. Bieugungsmoment M_0

$$M_0 = + 0,0215 p l^2$$

$$M_0 = + 0,0215 \cdot 3,12 \cdot 3,12^2 = + 0,653 \text{ tm}$$

3. Bieugungsmoment M_2

$$M_2 = - 0,05 p l^2$$

$$M_2 = - 0,05 \cdot 3,12 \cdot 3,12^2 = - 1,519 \text{ tm}$$

d. Berechnung der Kantenpressungen.

In den verschiedenen Querschnitten treten infolge ruhender Belastung nur achsialer oder zentraler Druck auf. Nimmt man gleichmäßige Verteilung dieses Druckes über den ganzen Querschnitt an, so ergeben sich folgende Druckspannungen:

$$p_1 = \frac{P}{F} = \frac{13620}{100 \cdot 50} = + 2,72 \text{ kg/qcm}$$

$$p_0 = \frac{P + G_1}{P} = \frac{13620 + 1890}{100 \cdot 60} = + 2,59 \text{ kg/qcm}$$

$$p_2 = \frac{P + G_2}{F} = \frac{13620 + 4120}{100 \cdot 70} = + 2,53 \text{ kg/qcm}$$

Die durch den seitlichen Wasserdruck hervorgerufenen Bieungsbeanspruchungen werden nach der Formel $k = \frac{M}{W}$ berechnet.

$$k_1 = \frac{M_1}{W} = \frac{100200}{\frac{100 \cdot 50^3}{6}} = \pm 2,41 \text{ kg/qcm}$$

$$k_0 = \frac{M_0}{W} = \frac{65300}{\frac{100 \cdot 60^3}{6}} = \pm 1,09 \text{ kg/qcm}$$

$$k_2 = \frac{M_2}{W} = \frac{151900}{\frac{100 \cdot 70^3}{6}} = \pm 1,86 \text{ kg/qcm}$$

Die durch Biegung hervorgerufenen Spannungen sind den Druckspannungen, welche die über der Fuge ruhende Last erzeugt, hinzuzufügen bzw. abzuziehen. Es ergeben sich demnach in den verschiedenen Querschnitten nachstehende größte Kantenpressungen:

$$\sigma_1 = p_1 + k_1 = + 2,72 \pm 2,41 = \begin{matrix} + 5,13 \text{ kg/qcm} \\ + 0,31 \text{ kg/qcm} \end{matrix}$$

$$\sigma_0 = p_0 + k_0 = + 2,59 \pm 1,09 = \begin{matrix} + 3,68 \text{ kg/qcm} \\ + 1,50 \text{ kg/qcm} \end{matrix}$$

$$\sigma_2 = p_2 + k_2 = + 2,53 \pm 1,86 = \begin{matrix} + 4,39 \text{ kg/qcm} \\ + 0,67 \text{ kg/qcm} \end{matrix}$$

Die Ergebnisse aus dieser Berechnung sowohl, als auch die Fugendiagramme auf Blatt 4 zeigen, daß der Querschnitt der Trennungswand so gewählt wurde, daß auch bei ungünstigster Inanspruchnahme Zugspannungen nicht auftreten. Die größten Randspannungen werden nach der Sohle zu geringer trotz größerer Lasten. Um dies zu erreichen, wurde der Querschnitt an der Sohle breiter angelegt, damit kann der Druck allmählich auf die Bodenfuge übergehen. Rissebildungen werden vermieden und die Einspannung bleibt gesichert.

Wird angenommen, daß sich der Druck seitlich unter ca. 60° fortsetzt, so berechnet sich die mittlere Bodenpressung bei einer Fugenbreite von 1,15 m zu

$$\sigma_s = \frac{G_0}{F} = \frac{13620 + 4120 + 616}{100 \cdot 115} \cong 1,60 \text{ kg/qcm.}$$

2. Behälterstirnwände.

a) Äußere Kräfte.

$$\text{Erddruck: } \frac{1}{2} (0,90 + 0,25) \cdot 3,81 = 2,19 \text{ cbm} = E$$

$$\text{Überschüttung: } 0,50 \cdot 1,19 = 0,60 \text{ „} = G_1$$

b) Eigengewicht.

$$\text{Stirnwand: } \frac{1}{2} (0,88 + 0,50) \cdot 3,81 = 2,63 = G_2$$

$$\text{Sohle: } 1,30 \cdot 0,40 = 0,52 = G_3$$

Die Stirnwände sind als unten eingespannt und oben am Gewölbe als frei auflagernd betrachtet worden. Die Berechnung wurde für den ungünstigsten Fall (leerer Behälter) durchgeführt. Vom Wasserdruck wird der Mauerquerschnitt im vorliegenden Falle nur günstig beeinflusst. Die Untersuchung für den gefüllten Behälter wurde auf Blatt 4 graphisch durchgeführt und dargestellt. Den für den Mauerquerschnitt in Frage kommenden Erddruck stellt ein Trapez dar. Für die Berechnung ist der Erddruck zu zerlegen in eine Dreieckslast und in eine gleichförmig verteilte Last. Es gelten folgende, durch Ableitung entstandene Formeln.



α) Dreiecksbelastung.

Das Moment für beliebigen Querschnitt beträgt:

$$M_p = A \cdot x - \frac{p \cdot x^3}{6 \cdot l};$$

für den Auflagerdruck A gilt dabei $A = \frac{p \cdot l}{10}$

β) Gleichförmig verteilte Last.

Das Moment für beliebigen Querschnitt beträgt:

$$M_q = A \cdot x - \frac{q \cdot x^3}{2};$$

für den Auflagerdruck A gilt dabei $A = \frac{3}{8} q \cdot l$

Zur Darstellung der Momentenfläche ist die Berechnung für verschiedene Querschnitte durchgeführt worden.

a) Berechnung der Biegemomente.

Für trapezförmige Belastung liegt der gefährliche Querschnitt in Entfernung von $x \cong 0,41 = 0,4 \cdot 3,66 \cong 1,43$ m

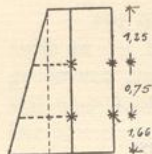
Für die Dreiecksbelastung gilt:

$$A_p = \frac{p \cdot l}{10} = \frac{1,43 \cdot 3,66}{10} = 0,52 \text{ t}$$

für gleichförmige Last:

$$A_q = \frac{3}{8} \cdot q \cdot l = \frac{3}{8} \cdot 0,55 \cdot 3,66 = 0,75 \text{ t}$$

Der gefährliche Querschnitt liegt in einer Entfernung von $x \cong 1,25$ m vom Auflager A aus:



$$M_p = 0,52 \cdot 1,25 - \frac{1,43 \cdot 1,25^3}{6 \cdot 3,66} = 0,65 - 0,13 = +0,52 \text{ tm}$$

$$M_q = 0,75 \cdot 1,25 - \frac{0,55 \cdot 1,25^3}{2} = 0,94 - 0,43 = +0,51 \text{ tm}$$

$$M_{\max} = +1,03 \text{ tm}$$

Entfernung = 2,0 m vom Auflager A aus:

$$M_p = 0,52 \cdot 2,00 - \frac{1,43 \cdot 2,00^3}{6 \cdot 3,66} = 1,04 - 0,52 = +0,52 \text{ tm}$$

$$M_q = 0,75 \cdot 2,00 - \frac{0,55 \cdot 2,00^3}{2} = 1,50 - 1,10 = +0,40 \text{ tm}$$

$$M_{\max} = +0,92 \text{ tm}$$

Entfernung = 3,66 m vom Auflager A aus:

$$M_p = 0,52 \cdot 3,66 - \frac{1,43 \cdot 3,66^3}{6 \cdot 3,66} = 1,90 - 3,20 = -1,30 \text{ tm}$$

$$M_q = 0,75 \cdot 3,66 - \frac{0,55 \cdot 3,66^3}{2} = 2,74 - 3,69 = -0,95 \text{ tm}$$

$$M_{\max} = -2,25 \text{ tm}$$

b) Berechnung der Kantenpressungen.

Die achsiale Belastung für die betreffenden Querschnitte beträgt:

$$\begin{aligned} \text{Querschnitt 0; } & 0,50 \cdot 1,19 & = 0,60 \cdot 2200 = 1,32 \text{ t} \\ \text{„ } 1,25; & 0,60 + \frac{1}{2} (0,50 + 0,625) \cdot 1,25 & = 1,30 \cdot 2200 = 2,86 \text{ t} \\ \text{„ } 2,00; & 0,60 + \frac{1}{2} (0,50 + 0,70) \cdot 2,00 & = 1,80 \cdot 2200 = 3,96 \text{ t} \\ \text{„ } 3,66; & 0,60 + \frac{1}{2} (0,50 + 0,88) \cdot 3,81 & = 3,23 \cdot 2200 = 7,10 \text{ t} \end{aligned}$$

Die gleichförmig auftretenden Druckspannungen betragen:

$$\begin{aligned} p_0 &= \frac{P_0}{F} = \frac{1320}{100 \cdot 50} = + 0,26 \text{ kg/qcm} \\ p_{1,25} &= \frac{P_{1,25}}{F} = \frac{2860}{100 \cdot 62,5} = + 0,46 \text{ kg/qcm} \\ p_{2,00} &= \frac{P_{2,00}}{F} = \frac{3960}{100 \cdot 70} = + 0,57 \text{ kg/qcm} \\ p_{3,66} &= \frac{P_{3,66}}{F} = \frac{7100}{100 \cdot 88} = + 0,81 \text{ kg/qcm} \end{aligned}$$

Die Bieungsbeanspruchungen betragen:

$$\begin{aligned} k_{1,25} &= \frac{+M}{W} = \frac{103000}{\frac{100 \cdot 62,5^2}{6}} = \frac{1030 \cdot 6}{3906} = \pm 1,56 \text{ kg/qcm} \\ k_{2,00} &= \frac{+M}{W} = \frac{92000}{\frac{100 \cdot 70^2}{6}} = \frac{92 \cdot 6}{490} = \pm 1,13 \text{ kg/qcm} \\ k_{3,66} &= \frac{-M}{W} = \frac{225000}{\frac{100 \cdot 88^2}{6}} = \frac{2250 \cdot 6}{7744} = \pm 1,75 \text{ kg/qcm} \end{aligned}$$

Nunmehr ergeben sich folgende Kantenpressungen:

$$\begin{aligned} \sigma &= p_0 = & + 0,26 \text{ kg/qcm} \\ \sigma_{1,25} &= p_{1,25} \pm k_{1,25} = 0,46 \pm 1,56 = & + 2,02 \text{ „ „} \\ & & - 1,10 \text{ „ „} \\ \sigma_{2,00} &= p_{2,00} \pm k_{2,00} = + 0,57 \pm 1,13 = & + 1,70 \text{ „ „} \\ & & - 0,56 \text{ „ „} \\ \sigma_{3,66} &= p_{3,66} \pm k_{3,66} = + 0,81 \pm 1,75 = & + 2,56 \text{ „ „} \\ & & - 0,94 \text{ „ „} \end{aligned}$$

Die auf die Bodenfuge senkrecht wirkenden Lasten setzen sich zusammen aus:

$$\begin{aligned} \text{Überschüttung} & 0,60 \cdot 2200 = 1,32 \text{ t} \\ \text{Mauerquerschnitt} & 2,63 \cdot 2200 = 5,78 \text{ t} \\ \text{Sohle} & 0,52 \cdot 2200 = 1,14 \text{ t} \end{aligned}$$

8,24 t

$$\text{Erddruck (senkrechte Komponente)} \quad 1,35 \cdot 2200 = 2,97 \text{ t}$$

11,21 t

Die mittlere Fugenpressung beträgt demnach:

$$k = \frac{P}{F} = \frac{11210}{100 \cdot 130} = 0,86 \text{ kg/qcm.}$$

Bei gefülltem Behälter

betragen die mittleren Bodenpressungen nach der graphischen Untersuchung auf Blatt 4

$$k = \frac{P}{F} = \frac{4,62 \cdot 2200}{100 \cdot 130} = 0,78 \text{ kg/qcm.}$$

Die Resultierende liegt nur 3 cm vom Mittelpunkte des Mauerquerschnittes entfernt, mithin betragen die Kantenpressungen:

$$\sigma = \frac{P}{100 \cdot b} \left(1 \pm \frac{6 \cdot c}{b} \right)$$

$$\sigma_g = 0,86 \left(1 + \frac{6 \cdot 3}{130} \right) = 0,86 \cdot 1,14 = \mathbf{0,98 \text{ kg/qcm}}$$

$$\sigma_h = 0,78 \left(1 - \frac{6 \cdot 3}{130} \right) = 0,78 \cdot 0,86 = \mathbf{0,67 \text{ kg/qcm}}$$

3. Stirnwand zwischen Behälter und Schieberkammer.

a) Äußere Kräfte.

Ziegeldach (1 qm geneigte Fläche):

$$\text{Deckung: } \frac{1}{2} \cdot 4,40 \cdot 2,20 = 4,9 \text{ qm} \cdot 410 = 690 \text{ kg}$$

$$\text{Winddruck: } 4,9 \text{ qm} \cdot 100 = 490 \text{ „}$$

$$\text{Schneelast: } \frac{1}{2} \cdot 4,40 \cdot 1,55 = 3,4 \text{ qm} \cdot 20 = 70 \text{ „}$$

$$\text{Eisenbetondecke } 0,4 \cdot 2400 = 960 \text{ „}$$

$$\text{Umfassungsmauer einschl. Dachlast: } 4,8 \cdot 3,65 \cdot 0,50 \cdot 2200 = 19200$$

$$\text{ab Türöffnung } (0,8 \cdot 2,0 \cdot 0,15) + (1,0 \cdot 2,18 \cdot 0,35) = 1,0 \cdot 2200 = 2200$$

$$17000 \text{ „}$$

$$1320 \text{ „}$$

$$\text{Gesamtlast} = 20530 \text{ kg}$$

$$\text{Für 1 m beträgt somit die Belastung} = 20530 : 4,8 \cong 4300 \text{ kg} = 4,3 \text{ t} = P$$

$$\text{Wasserdruck } \frac{1}{2} \cdot 3,12^2 \cdot 1,00 \cdot 1000 = 4,87 \text{ t} = W.$$

b) Eigengewicht für 1 m Stirnwand.

$$G_1 = \frac{1}{2} (0,55 + 0,68) \cdot 1,30 \cdot 2200 = 1760 \text{ kg} \cong 1,8 \text{ t}$$

$$G_2 = \frac{1}{2} (0,55 + 0,80) \cdot 2,50 \cdot 2200 = 3713 \text{ kg} \cong 3,7 \text{ t}$$

$$G_3 = \frac{1}{2} (0,55 + 0,98) \cdot 3,80 \cdot 2200 = 6400 \text{ kg} \cong 6,4 \text{ t}$$

Für diese Zwischenwand ist gleichfalls mit einseitiger Einspannung gerechnet worden und zwar an der Sohle. Als freies Auflager gilt die Eisenbetondecke. Es ist als ungünstigster Fall angenommen worden, daß die Wand bei der Schieberkammersohle eingespannt sei. Die Behältersohle soll ohne Einfluß bleiben. Als seitlich wirkende Kraft tritt der Wasserdruck als Dreieckslast auf. Die Komponente des oberen seitlich wirkenden Erddrucks soll mit Rücksicht auf die glatte Wandfläche unberücksichtigt bleiben. Es würde dieser Druck die Biegemomente nur günstig beeinflussen.

Es sind folgende Formeln anzuwenden:

$$M_p = A \cdot x - \frac{p \cdot x^3}{6 \cdot l}$$

$$\text{hierin ist der Auflagerdruck } A = \frac{p \cdot l}{10} = \frac{3,12 \text{ t} \cdot 3,80}{10} \cong \mathbf{1,18 \text{ t.}}$$

c. Berechnung der Biegemomente.

Für den als Dreieckslast auftretenden Wasserdruck ist

$$p = 1,42 \cdot 2200 = 3120 \text{ kg} = \mathbf{3,12 \text{ t}}$$

1. Biegemoment im Abstände $x = 1,30 \text{ m}$

$$M_{1,30} = 1,18 \cdot 1,30 - \frac{3,12 \cdot 1,30^3}{6 \cdot 3,80} = \mathbf{+1,23 \text{ tm}}$$

2. Biegemoment im Abstände $x = 2,50$ m

$$M_{2,50} = 1,18 \cdot 2,50 - \frac{3,12 \cdot 2,50^2}{6 \cdot 3,80} = +0,81 \text{ tm}$$

3. Biegemoment im Abstände $x = 3,80$ m

$$M_{3,80} = 1,18 \cdot 3,80 - \frac{3,12 \cdot 3,80^2}{6 \cdot 3,80} = -3,73 \text{ tm}$$

d) Berechnung der Kantenpressungen.

Die achsiale Belastung setzt sich zusammen aus der bereits berechneten Gesamtlast des Schieberhäuschens, für 1 m $P = 4,3$ t, und den entsprechenden Eigengewichten G_1 , G_2 und G_3 . Die mittleren Pressungen betragen in den betreffenden Querschnitten

$$p_0 = \frac{P}{F} = \frac{4300}{100 \cdot 55} = 0,78 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{1,30} = \frac{P + G_1}{F} = \frac{4300 + 1800}{100 \cdot 68} = 0,90 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{2,50} = \frac{P + G_2}{F} = \frac{4300 + 3700}{100 \cdot 80} = 1,00 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{3,80} = \frac{P + G_3}{F} = \frac{4300 + 6400}{100 \cdot 98} = 1,09 \text{ kg/qcm}$$

Unter Einwirkung des seitlichen Wasserdruckes ermitteln sich die Biegebbeanspruchungen wie folgt:

$$k_{1,30} = \frac{M_{1,30}}{W} = \frac{123000}{100 \cdot 68^2} = \pm 1,59 \text{ kg/qcm}$$

$$k_{2,50} = \frac{M_{2,50}}{W} = \frac{81000}{100 \cdot 80^2} = \pm 0,76 \text{ kg/qcm}$$

$$k_{3,80} = \frac{M_{3,80}}{W} = \frac{373000}{100 \cdot 98^2} = \pm 2,33 \text{ kg/qcm}$$

Die Kantenpressungen betragen mithin

$$\sigma_0 = p_0 = +0,78 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_{1,30} = p_{1,30} \pm k_{1,30} = 0,90 \pm 1,59 = +2,49 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_{2,50} = p_{2,50} \pm k_{2,50} = 1,00 \pm 0,76 = +0,24 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_{3,80} = p_{3,80} \pm k_{3,80} = 1,09 \pm 2,33 = +3,42 \text{ kg/qcm}$$

4. Äußere Stirnwand der Schieberkammer.

a) Äußere Kräfte.

Die Auflast für die äußere Stirnwand soll gleich derjenigen für die innere Wand, 1 m zu $P = 4,3$ t, eingesetzt werden.

b) Eigengewicht für 1 m Stirnwand.

$$G_1 = 0,50 \cdot 1,30 \cdot 2200 = 1,43 \text{ t}$$

$$G_2 = (0,50 \cdot 130) + \frac{1}{2} (0,50 + 0,62) \cdot 1,20 \cdot 2200 = 2,13 \text{ t}$$

$$G_3 = (0,50 \cdot 1,30) + \frac{1}{2} (0,50 + 0,75) \cdot 2,50 \cdot 2200 = 4,09 \text{ t}$$

Hier finden die Formeln für Dreiecksbelastung Anwendung.

Der Auflagerdruck beträgt infolge Einwirkung des Erddrucks

$$A = \frac{0,92 \cdot 3,8}{10} = 0,35 \text{ t}$$

c) Berechnung der Biegemomente.

Für den als Dreieckslast auftretenden Erddruck ist

$$p = 0,92 \cdot 1,00 \cdot 2200 = 2024 \text{ kg} = 2,02 \text{ t}$$

1. Biegemoment im Abstände $x = 1,30 \text{ m}$

$$M_{1,30} = 0,35 \cdot 1,30 - \frac{2,02 \cdot 1,30^3}{6 \cdot 3,80} = +0,26 \text{ tm}$$

2. Biegemoment im Abstände $x = 2,50 \text{ m}$

$$M_{2,50} = 0,35 \cdot 2,50 - \frac{2,02 \cdot 2,50^3}{6 \cdot 3,80} = -0,51 \text{ tm}$$

3. Biegemoment im Abstände $x = 3,80 \text{ m}$

$$M_{3,80} = 0,35 \cdot 3,80 - \frac{2,02 \cdot 3,80^3}{6 \cdot 3,80} = -3,531 \text{ tm}$$

d) Berechnung der Kantenpressungen.

Die achsiale Belastung setzt sich wie in der vorhergehenden Berechnung zusammen und zwar aus Auflast und Eigengewicht.

Die mittleren Pressungen betragen in den betreffenden Querschnitten

$$p_0 = \frac{P}{F} = \frac{4300}{100 \cdot 50} = +0,86 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{1,30} = \frac{P + G_1}{F} = \frac{4300 + 1430}{100 \cdot 50} = +1,14 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{2,50} = \frac{P + G_2}{F} = \frac{4300 + 2130}{100 \cdot 62} = +1,04 \text{ kg/qcm}$$

$$p_{3,80} = \frac{P + G_3}{F} = \frac{4300 + 4090}{100 \cdot 75} = +1,12 \text{ kg/qcm}$$

Unter Einwirkung des seitlichen Erddruckes ermitteln sich die Biegebungsbeanspruchungen wie folgt:

$$k_{1,30} = \frac{M_{1,30}}{W} = \frac{26000}{\frac{100 \cdot 50^2}{6}} = \pm 0,62 \text{ kg/qcm}$$

$$k_{2,50} = \frac{M_{2,50}}{W} = \frac{51000}{\frac{100 \cdot 62^2}{6}} = \pm 0,80 \text{ kg/qcm}$$

$$k_{3,80} = \frac{M_{3,80}}{W} = \frac{353100}{\frac{100 \cdot 75^2}{6}} = \pm 3,76 \text{ kg/qcm}$$

Die Kantenpressungen betragen mithin:

$$\sigma_0 = p_0 = +0,86 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_{1,30} = p_{1,30} + k_{1,30} = 1,14 + 0,62 = +1,76$$

$$\sigma_{2,50} = p_{2,50} + k_{2,50} = 1,04 + 0,80 = +1,84$$

$$\sigma_{3,80} = p_{3,80} + k_{3,80} = 1,12 + 3,76 = +4,88$$

$$\sigma_{3,80} = p_{3,80} + k_{3,80} = 1,12 + 3,76 = +4,88$$

$$\sigma_{3,80} = p_{3,80} + k_{3,80} = 1,12 + 3,76 = +4,88$$

$$\sigma_{3,80} = p_{3,80} + k_{3,80} = 1,12 + 3,76 = +4,88$$

Die geringen Zugspannungen sind mit Rücksicht auf die in die Berechnung eingestellten ungünstigen Voraussetzungen statthaft, sie erreichen die für die Praxis zulässigen (3—4 kg/qcm) nicht.

Eisenbetonberechnung.

1. Obere Decke.

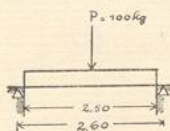
Es ist eine Platte gewählt worden mit der geringsten zulässigen Stärke von 8 cm

Lichtweite: 2,50 m

Stützweite: $2,50 + 0,10 = 2,60 \text{ m}$

Nutzlast: Einzellast $P = 100 \text{ kg}$

Eigengewicht: $2,50 \cdot 1,0 \cdot 0,08 \cdot 2400 = 480 \text{ kg}$



$$M = \frac{Q \cdot l}{8} + \frac{P \cdot l}{4} = \frac{480 \cdot 260}{8} + \frac{100 \cdot 260}{4} = 22100 \text{ cmkg}$$

Die erforderliche Plattenstärke beträgt: $h - a = 0,039 \sqrt{22100} = 5,8 \text{ cm}$



$$\frac{a = 1,5 \text{ „}}{h = 7,3 \text{ cm}}$$

Zur Ausführung bestimmt $h = 8 \text{ cm}$

Der erforderliche Eisenquerschnitt: $fe = 0,0293 \sqrt{22100} = 4,35 \text{ qcm}$

Gewählt 9 Stück Rundeisen 8 mm $\varnothing$ mit $fe = 4,53 \text{ qcm}$

$$\text{Entfernung } i = \frac{100}{9} = 11,1 \text{ cm}$$

$$\text{Der Abstand der Nulllinie } x = \frac{n \cdot fe}{b} \left[\sqrt{1 + \frac{2b(h-a)}{n \cdot fe}} - 1 \right]$$

$$x = \frac{15 \cdot 4,53}{100} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 6,5}{15 \cdot 4,53}} - 1 \right] = 2,37 \text{ cm}$$

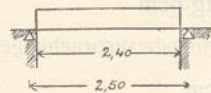
Größte Druckbeanspruchung

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot 22100}{100 \cdot 2,37 \left(6,5 - \frac{2,37}{3} \right)} = 32,5 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_e = \frac{22100}{4,53 \cdot 5,51} = 855 \text{ kg/qcm}$$

2. Zwischendecke.

Es ist eine Platte gewählt worden.



Lichtweite: 2,40 m

Stützweite: $2,40 + 0,10 = 2,50 \text{ m}$

Nutzlast: $2,4 \cdot 1,0 \cdot 400 = 960 \text{ kg}$

Eigengewicht: $2,4 \cdot 1,0 \cdot 0,12 \cdot 2400 = 690 \text{ „}$

$Q = 1650 \text{ kg}$

$$M = \frac{Q \cdot l}{8} = \frac{1650 \cdot 250}{8} = 51560 \text{ cmkg}$$

$$h - a = 0,039 \sqrt{51560} = 8,86 \text{ cm}$$

$$\frac{a = 1,5 \text{ „}}{10,36 \text{ cm}}$$

$$fe = 0,0293 \sqrt{M} = 6,65 \text{ qcm}$$

Gewählt 9 Stück Rundeisen 10 mm $\varnothing$ mit $fe = 7,06 \text{ qcm}$

$$\text{Entfernung } i = \frac{100}{9} = 11,1 \text{ cm}$$

$$x = \frac{15 \cdot 7,06}{100} \left[\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 8,5}{15 \cdot 7,06}} - 1 \right] = 3,318 \text{ cm}$$

Größte Druckbeanspruchung des Betons

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot 51560}{100 \cdot 3,32 \left(\frac{8,5}{3} - 3,32 \right)} = 42 \text{ kg/qcm}$$

$$\sigma_e = \frac{51560}{7,06 \cdot 7,39} = 988 \text{ kg/qcm}$$

Druck von G. Reichardt, Grotzsch, Bez. Leipzig.

