



WOCHENSCHRIFT DES ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN

HERAUSGEGEBEN VOM VEREINE

Erscheint Sonnabends u. Mittwochs. — Bezugspreis halbjährl. 4 Mark, postfrei 5,30 Mark, einzelne Nummern von gewöhn. Umfange 30 Pf., stärkere entspr. teurer. Der Anzeigenpreis für die 4gespaltene Petitzelle beträgt 50 Pf., für Behörden-Anzeigen und für Familien-Anzeigen 80 Pf. — Nachlaß auf Wiederholungen

Nummer 10

Berlin, Sonnabend den 8. März 1913

VIII. Jahrgang

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen, Postämter und die Geschäftsstelle Carl Heymanns Verlag in Berlin W. 8, Mauerstr. 43.44

Alle Rechte vorbehalten

Entwurf zu einem Notauslaßdücker

Monatswettbewerb im Architekten-Verein zu Berlin, mitgeteilt vom Berichterstatter des Beurteilungsausschusses, Stadtbaumeister F. Langbein in Charlottenburg

Aufgabe

Infolge des Baues einer Untergrundbahn im Zuge der Straße 1 (Abb. 89) werden die im Zuge der Straße 2 verlaufenden Kanäle des nach dem Mischsystem (Brauchwasser und Regenwasser) angelegten städtischen Kanalisationsnetzes von ihrer Vorflut abgeschnitten. Es ist daher geplant, den gemauerten Eikanal von 2,1 m Höhe durch Straße 1 südlich der Bahn (in der Abbildung strichpunktiert) umzuleiten, um ihn an einer andern Stelle, wo die Untergrundbahn tiefer liegt,

über die Bahn hinwegzuführen. Der Notauslaß, dessen Querschnitte aus Abb. 90 und 91 ersichtlich sind, soll dagegen unter der Bahn gedückert werden. Der Dücker mit dem auf die Südseite der Bahn zu verlegenden Regenüberfall ist zu entwerfen und in Grundriß, Längenschnitt und Querschnitten (etwa 1:100 bis 1:50) darzustellen. Eine kurze Berechnung der Leistungsfähigkeit des Bauwerks ist beizufügen.

Es sind folgende Annahmen zu machen:

Geländeoberkante	+ 36,0 NN.
Kanal- und Notauslaßscheidung (licht) am Regenüberfall	+ 33,0 "
Schienenoberkante der Untergrundbahn	+ 30,8 "
Regenüberfall	+ 32,3 " (Kämpferhöhe des 2,1 m hohen Kanals)

Die Sohlen der in den Kanal mündenden Tonrohrleitungen sollen an der Einmündungsstelle 0,3 m über Kanalsohle liegen.

Für die Berechnung der Wassermengen ist anzunehmen, daß die am Regenüberfall ankommenden Eikanäle von 1,8 m und 1,2 m Höhe, sowie der 0,7 m hohe Notauslaß mit voller Füllung arbeiten und daß das Wasserspiegelgefälle dem eingeschriebenen Sohlgefälle parallel ist. Der Querschnitt der zweigleisigen Untergrundbahn ist einer der zahlreichen Veröffentlichungen über die Berliner Hoch- und Untergrundbahn zu entnehmen.

Im übrigen kann die Aufgabe durch zweckentsprechende Annahmen ergänzt werden.

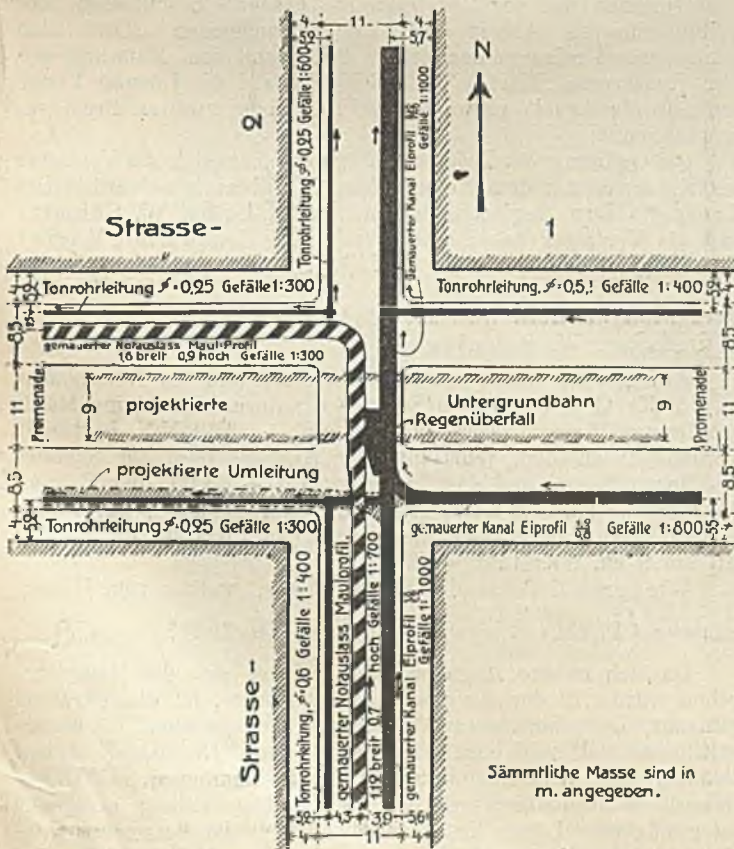


Abb. 89. Lageplan

Profil des Notauslasses unterhalb des Regenüberfalles. Gefälle 1:300.

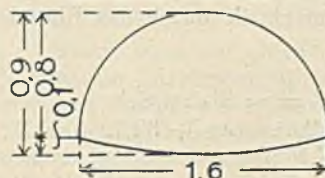


Abb. 90

Profil des Notauslasses oberhalb des Regenüberfalles. Gefälle 1:700.

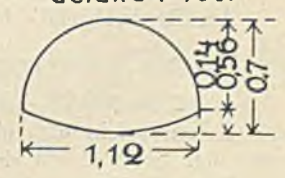


Abb. 91

Beurteilung der eingelaufenen Lösungen

Die Aufgabe, unter einer neu zu erbauenden Untergrundbahn den Notauslaß eines bestehenden Misch-Wasserkanalisationettes zu dückern, hat drei Bearbeitungen gefunden mit den Kennzeichen:

1. Drei sich schneidende Kreise, 2. Marie, 3. Nordwest.

1. Die Arbeit mit dem Kennzeichen „Drei sich schneidende Kreise“ stellt, abgesehen von kleinen Unstimmigkeiten, eine sehr gute Lösung der Aufgabe dar. Berechnung und Konstruktion des Bauwerks sind klar und geschickt durchgeführt. Die zeichnerische Darstellung wird durch einen flott und fließend geschriebenen Erläuterungsbericht, der hinsichtlich der Schilderung des Bauvorgangs sogar über den Rahmen der Aufgabe hinausgeht, wirksam unterstützt. Der Verfasser bestimmt zunächst einwandfreierweise die Wassermenge und das Wasserspiegelgefälle für den Dücker, wobei das zeichnerische Verfahren, womit er die Entlastung des Hauptsammlers ermittelt, besonders hervorgehoben zu werden verdient, zumal dasselbe vollkommen neu zu sein scheint. Er berechnet dann den Dückerquerschnitt unter der Annahme, daß der Stau 5 cm nicht überschreiten soll, und erhält bei zwei Dückerrohren von 0,95 m Durchmesser eine Maximalgeschwindigkeit von 0,7 m/Sek., was für die Reinhaltung des Dückers allerdings etwas wenig ist. Nicht zweckmäßig ist es, bei der dann folgenden Bestimmung der Länge und Höhenlage der Ueberfallschwelle auf die Entlastung des 0,6 m weiten Tonrohres zu verzichten und statt dessen, mit Rücksicht auf den konstant zu erhaltenden Verdämmungsgrad, die Ueberfallschwelle tiefer zu legen. Es wäre besser gewesen, die Einmündung des Tonrohres oberhalb der Ueberfallschwelle zu belassen und das Tonrohr mit zu entlasten. Es handelt sich jedoch hierbei nicht um einen grundsätzlichen Fehler. Auch ist die Berechnung der Ueberfalllänge selbst mit den vom Verfasser zugrunde gelegten Annahmen richtig durchgeführt.

In konstruktiver Hinsicht sind gegen die Lösung kaum Bedenken zu erheben. Wenn es auch für die Reinhaltung des Dückers zweckmäßiger gewesen wäre, die Anordnung derart zu treffen, daß die beiden Dückerrohre nicht gleichzeitig, sondern nacheinander in Tätigkeit treten, so hat doch die gewählte Konstruktion den Vorzug der Einfachheit. Für eine zur Vermeidung von Stauwirkungen notwendige glatte Wasserabführung und eine leichte Ausführbarkeit des Bauwerks ohne Betriebsstörung der Kanalisation ist in jeder Hinsicht gesorgt.

Die Arbeit mit dem Kennwort „Marie“ ist hinsichtlich der Berechnung verfehlt. Da der Verfasser nicht berücksichtigt hat, daß der größere Notauslaß bereits durch die Wassermenge, die ihm der kleinere Notauslaß zuführt, bis über die Ueberfallschwelle gefüllt wird, da er außerdem auch die Absenkung des Wasserspiegels an der Entlastungsstelle vernachlässigt, erhält er eine zu große Entlastung des Hauptsammlers und somit auch für die Dückerberechnung eine zu große Wassermenge. Auch die Ueberfallhöhe wird dadurch zu groß und infolgedessen die Länge der Ueberfallschwelle zu klein. Die Wirkungsweise

Arbeit mit dem Kennzeichen: „Drei sich schneidende Kreise“

Verfasser: Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. W. Schmitz

Feststellung der Wasserverhältnisse

Aus den in der Aufgabe enthaltenen Angaben läßt sich die Wassermenge der einzelnen Kanäle feststellen. Nach den als Anhang beigefügten Berechnungen ergeben sich bei voller Füllung folgende Wassermengen:

$$\begin{array}{l} \text{Eiprofil } \frac{1,8}{1,2} \text{ 1,95 cbm/Sek.} \\ \text{„ } \frac{1,2}{0,8} \text{ 0,73 cbm/Sek.} \end{array}$$

Kreisprofil 60 cm \varnothing 0,30 cbm/Sek.

Maulprofil 1,12 breit, 0,8 hoch, 0,60 cbm/Sek.

Am Regenüberfall beträgt demnach die durch das Eiprofil
2,1 fließende Wassermenge
1,4

$$1,95 + 0,73 + 0,30 = 2,98 = \approx 3 \text{ cbm/Sek.}$$

Es entspricht dies einer Spiegelhöhe von + 32,79 ü. N.N., wenn der Scheitel auf + 33,00 ü. N.N. liegt.

Diese Ordinate ist aus der Wassermengenkurve des Profils ermittelt worden (vgl. Fig. I, Bl. 1).

des Dückers als eines Druckrohrs ist nicht richtig zum Ausdruck gekommen; denn Verfasser rechnet mit einer Parallelität des Wasserspiegelgefälles und des Sohlgefälles im Dücker. Das Sohlgefälle des Dückerrohrs hat aber auf seine Wirkungsweise gar keinen Einfluß und das Wasserspiegelgefälle darf daher nicht einfach gleich dem Sohlgefälle angenommen, sondern muß aus den Angaben der Aufgabe ermittelt werden. Die Einführung der Maximalwassermengen verwirrt überdies die Darstellung und ist auch unnötig, da nach dem Wortlaute der Aufgabe mit voller Füllung gerechnet werden soll. In konstruktiver Hinsicht ist die Lösung 2 nicht zu brauchen. Der Verfasser führt dabei den Notauslaß durch den Hauptsammler hindurch, ohne den letzteren zu verbreitern. Er beschränkt damit den Querschnitt des Hauptsammlers in unzulässiger Weise und erzeugt einen Rückstau, der die Leistungsfähigkeit der oberhalb liegenden Kanäle erheblich beeinträchtigt. Ein rechnerischer Nachweis, der dieser Lösung nicht beigegeben ist, würde dies erwiesen haben.

Die Lösung 1 ist dagegen, rein konstruktiv betrachtet, ziemlich gut durchgeführt und zeugt von praktischem Verständnis. Allerdings müßte der kleinere Notauslaß mit einer viel schlankeren Krümmung an den Dücker herangeführt und der Einfall in den Dücker erheblich vergrößert werden. Auch wäre es zweckmäßig, die, wie schon erwähnt, wesentlich zu verlängernde Ueberfallschwelle auf die andere Seite des Hauptsammlers zu legen. Lobend hervorzuheben ist die klare, in Strichmanier durchgeführte zeichnerische Darstellung.

Der Entwurf mit dem Kennwort „Nordwest“ ist sowohl hinsichtlich der Berechnung als auch der Darstellung nur skizzenhaft behandelt. Die Berechnung geht nicht auf den Kern der Sache ein. Die Ermittlung der Wassermengen und der Wasserstände in den Vorflutkanälen und des Wasserspiegelgefälles sowie der Leistungsfähigkeit des Dückers ist unklar. Der Verfasser beschränkt sich darauf, die Widerstandshöhen im Dücker und die Längen der in zwei Teile aufgelösten Ueberfallschwelle nach Formeln zu berechnen, ohne eine zusammenhängende, prüfungsfähige Entwicklung der in den Formeln eingeführten Zahlenwerte zu geben.

In konstruktiver Hinsicht ist die Anlage nicht einfach genug, insbesondere führt die Auflösung des Ueberfalls in zwei Bauwerke zu einer sehr verwickelten Anordnung.

Hiernach hat der Beurteilungs-Ausschuß beschlossen, der weitaus besten Arbeit mit dem Kennzeichen „Drei sich schneidende Kreise“ einen ersten Preis und dem Entwurf mit dem Kennwort „Marie“ mit Rücksicht auf die Lösung 1 und den auf die Arbeit verwendeten Fleiß einen zweiten Preis zuzuerkennen.

Bei Öffnung der Briefumschläge ergaben sich als Verfasser des Entwurfs mit dem Kennzeichen „Drei sich schneidende Kreise“ Herr Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. W. Schmitz und als Verfasser des Entwurfs mit dem Kennwort „Marie“ Herr Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. A. Lundbeck.

Auf gleiche Weise ist die Spiegelordinate im Notauslasse 1,6/0,9 für $Q = 0,600 \text{ cbm/Sek.}$ — die durch das kleine Maulprofil zugeführte Wassermenge — auf + 32,39 N.N. bestimmt worden. Nach dem Wortlaute der Aufgabe liegt der Scheitel des Notauslasses und des Sammlers auf + 33,00, der Rücken des Regenüberfalls in Kämpferhöhe des Eiprofils auf + 32,30 N.N., so daß durch das Wasser des kleinen Notauslasses der Ueberfall um 9 cm überstaut wird.

Wie groß ist nun die Wassermenge, welche vom Hauptsammler (Eiprofil $\frac{2,1}{1,8}$) zum Notauslaß überfließt?

Da sich nähere Angaben, aus welchen sich die Menge ergeben würde, in der Aufgabe nicht vorfinden, ist die Annahme gemacht, daß der Notauslaß bei den angegebenen Höhenverhältnissen voll und ganz ausgenutzt wird. Durch das Ueberströmen des Wassers sinkt im Hauptsammler der Wasserspiegel, während derjenige des Notauslasses steigt; es findet bei genügender Länge des Wehrrückens ein vollkommener Ausgleich beider Wasserspiegel statt. Auf graphischem Weg ist die Ordinate dieses Ausgleiches ermittelt worden.

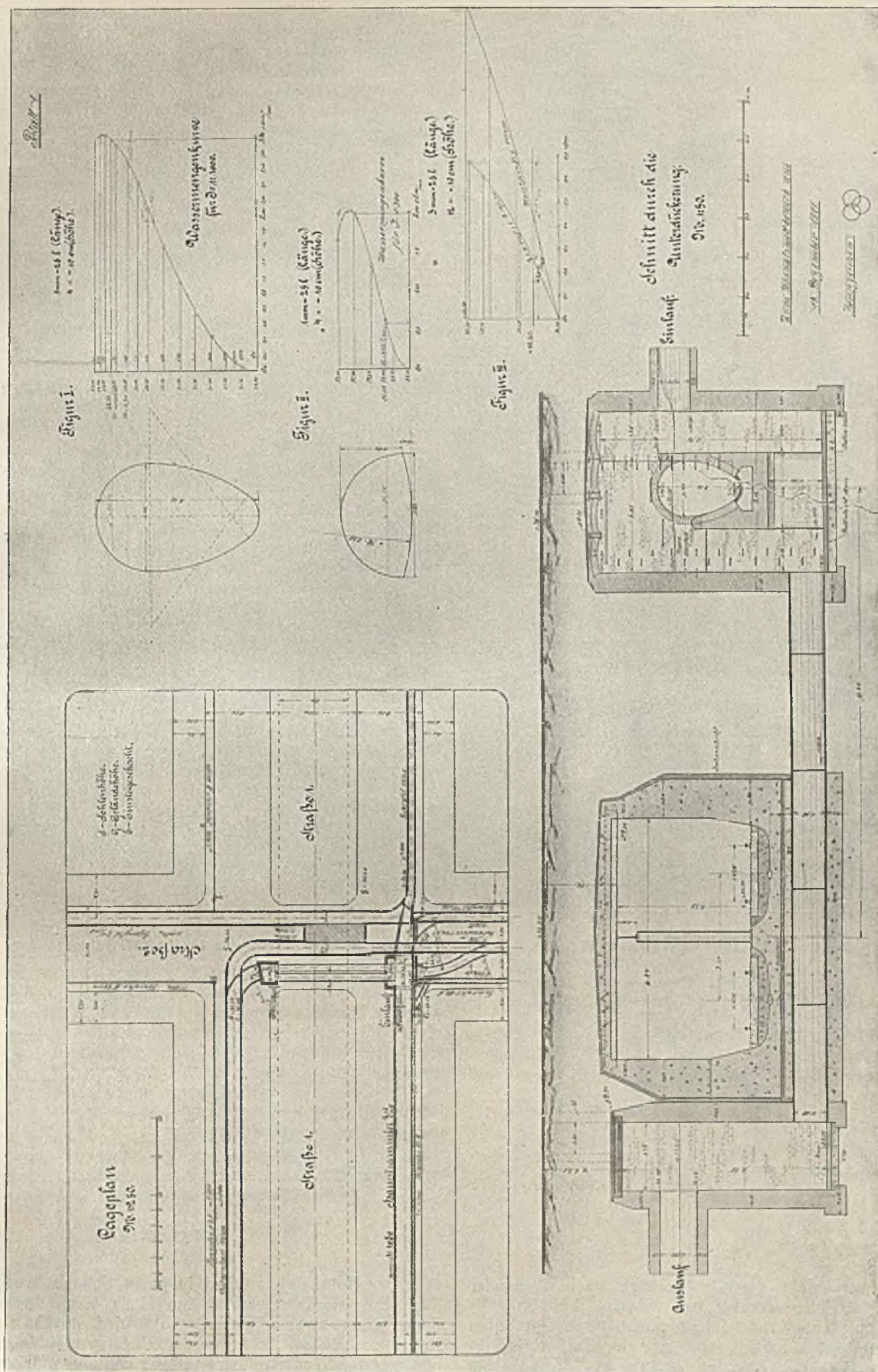


Abb. 92. Kennzeichen: „Dreieck schneidende Kreise“. Verfasser: Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. W. Schmitz

Fig. III auf Blatt 1 stellt die Wassermengenkurven der beiden Kanäle bei dem vorhandenen Gefälle 1:1000 bzw. 1:300 dar und zwar von Ordinate + 32,39 N.N. ab; denn erst von hier ab kann der Ueberfall in Tätigkeit treten. Die Wassermengenkurven verlaufen in der in Abb. 94 auf Seite 56 dargestellten Weise, bei welcher „blau“ für das Eiprofil, und „rot“ für das Maulprofil gilt.

Nimmt man auf „blau“ einen Punkt a an und trägt die horizontale Entfernung ab von der Abszisse auf „rot“ ab, so stellen a und d die Höhen dar, welche die Wasserspiegel in beiden Kanälen bei einer überfließenden Wassermenge ab, gemessen im Abszissenmaßstab, einnehmen.

Um nun umgekehrt die Wassermenge zu finden, bei welcher sich beide Wasserspiegel ausgleichen, zieht man eine beliebige

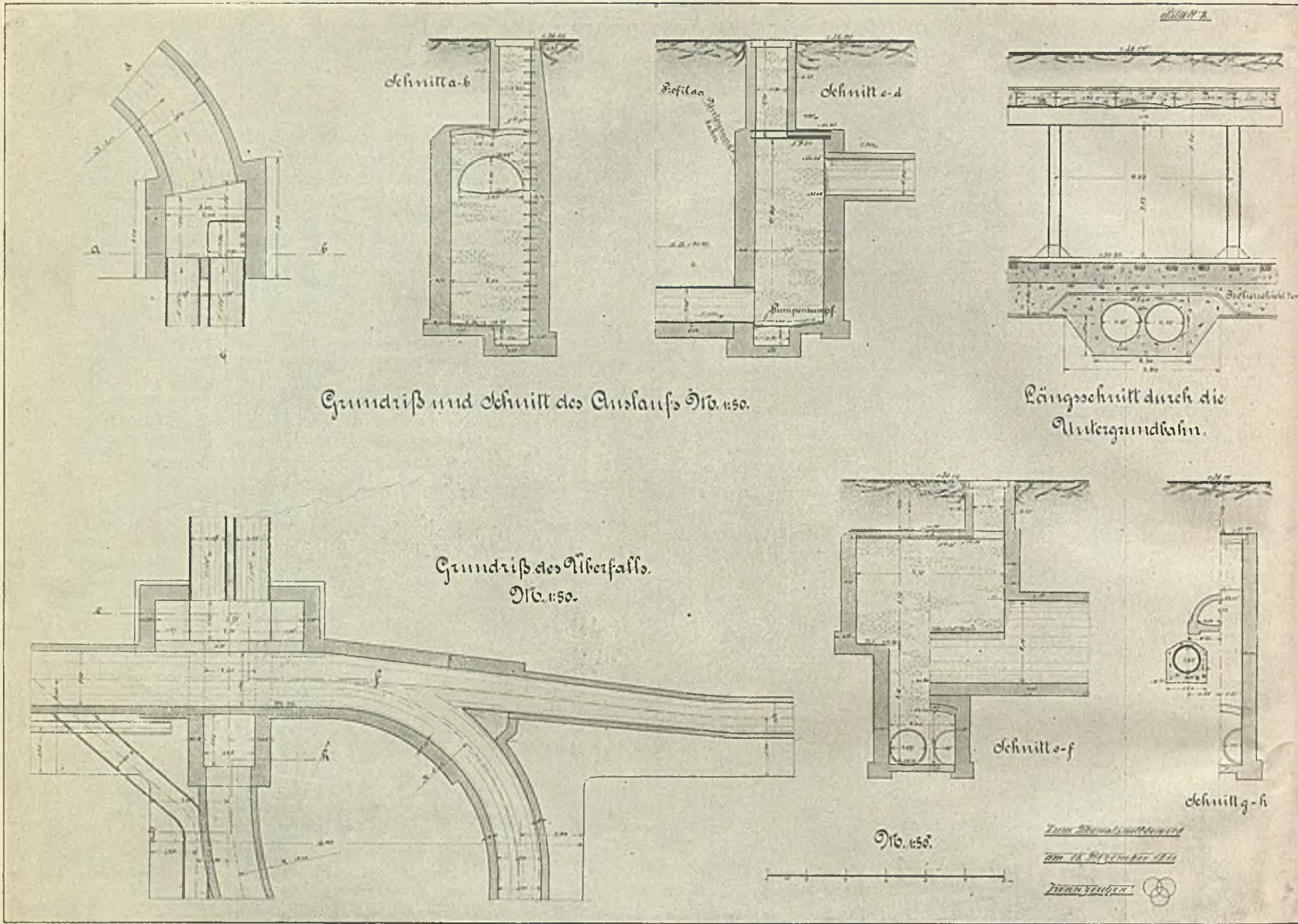


Abb. 93. Kennzeichen: „Drei sich schneidende Kreise“. Verfasser: Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. W. Schmitz

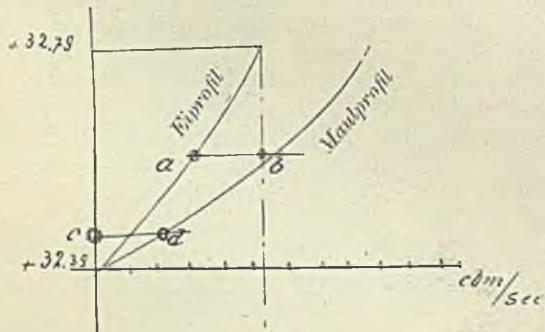


Abb. 94

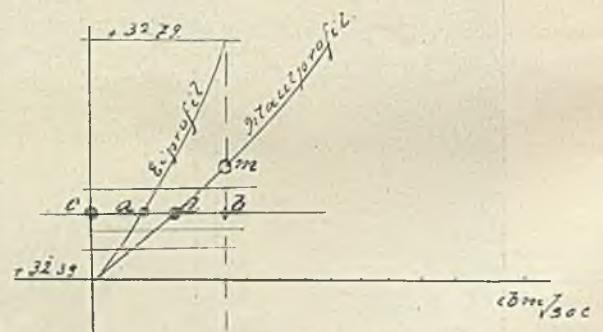


Abb. 95

Horizontale und verschiebt dieselbe solange nach oben oder unten, bis daß a-b gleich c-d wird (vgl. nebenst. Abb. 95).

Dies wird sich schnell und leicht zeichnerisch feststellen lassen, wenn man berücksichtigt, daß nur der Teil unterhalb des Punktes m in Betracht kommen kann. Auf diese Weise ist die Leistung des bestehenden Ueberfalls zum 430 l/Sek. ermittelt worden.

Das Bauwerk

Die durch den Bau der Untergrundbahn erforderliche Verlegung der Kanäle soll nach der Aufgabe in der Weise erfolgen, daß die beiden Eisprofile vereinigt durch Straße 1 von Osten nach Westen geführt werden. Hierbei schneiden sie rechtwinklig den kleinen Notauslaß, dessen Scheitel auf + 33,01 N.N. liegt.

Der Notauslaß mündet in einen Schacht a und wird unter den Hauptsammler hindurchgeführt; das Wasser durchfließt dann einen zweiten Schacht (b), wird durch zwei flußeiserne Rohre von 95 cm \varnothing unter der Untergrundbahn weitergeleitet, und auf der Nordseite der letzteren von einem dritten Schacht (c) wieder aufgenommen. Ein gemauerter Kanal leitet es von hier in den alten Vorfluter (Abb. 96).

Mit Schacht b steht der Hauptsammler in Verbindung, und zwar in der Weise, daß bei einem Wasserstande von + 32,23 N.N. der Regenüberfall in Tätigkeit treten kann. Die Ueberfallsschwelle ist um 32,30 — 32,23 = 7 cm tiefer gelegt als diejenige des alten Bauwerks, weil der Hauptsammler den Tonrohrkanal (60 cm \varnothing) erst hinter dem Regenauslaß aufnimmt, wodurch eine Differenz in der Wasserführung vor dem

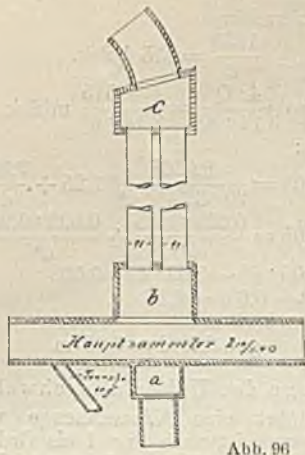


Abb. 96

Regenüberfall von rund 140 l/Sek. herbeigeführt wird. Die Länge des Ueberfallrückens ergibt sich nach der Berechnung zu 3,75 m (siehe weiter unten).

Mit Rücksicht auf Materialersparnis hat der Schacht b nicht auf seiner ganzen Tiefe die gleiche Breite erhalten.

Die Trennungswand zwischen Sammler und Schacht a ist bis Ordinate 33,10 geführt, um ein Ueberschlagen des mit ziemlich großer Geschwindigkeit ankommenden Regenwassers in den Sammler zu verhindern. Beide Schächte sind durch eine Einsteigeöffnung zugänglich; sie liegt senkrecht über dem Haupt-sammler, so daß von hier aus eine Revision desselben bequem vorgenommen werden kann; ein besonderer Einsteigeschacht an der Zusammenführung der beiden Eiprofile, wie es sonst unter gewöhnlichen Umständen erforderlich ist, wird hierdurch ent-behrlich. Zum Uebersteigen des Wehrrückens bedient man sich der zahlreich angebrachten Steigeisen, welche so angeordnet sind, daß eine mittelgroße Person bequem in Schacht b ge-langen kann; Schacht a ist von b aus erreichbar.

Die Sohlen sind durch eine Rollschicht abgeglichen und in Neigung 1 : 100 ausgeführt, so daß beim Entleeren des Dückers das Wasser dem in Schacht c befindlichen Pumpensumpfe zu-strömen kann.

Zur Fortführung des Wassers unter der Untergrundbahn sind flußeiserne Rohre gewählt worden, welche gegenüber der Anordnung von gewölbten Kanälen manche Vorteile aufweisen.

Mit der Unterdückerung ist die Bildung eines Staus am Einlauf unvermeidlich, dessen Größe u. a. von der Beschaffenheit der Dückerwandungen abhängt. Diese sind bei Eisen-rohren bedeutend glatter als bei gemauerten Kanälen und bieten daher dem durchfließenden Wasser geringen Widerstand.

Der Dücker steht, solange er nicht entleert ist, unter innerem Druck, den eiserne Rohre besser aufzunehmen vermögen als Gewölbe, was im vorliegenden Fall, in welchen es sich um die Herstellung einer absolut zuverlässigen, jede spätere Aus-besserung ausschließende Anlage handelt, von nicht zu unterschät-zender Bedeutung ist. Auch hat die Auflösung des erforderlichen Querschnitts in zwei kreisförmige Flächen den Vorzug der kleineren Konstruktionshöhe; die Fundierung ist mithin billiger.

Die Rohre sind in Beton eingehüllt und mit einer be-sonderen Isolierschicht umgeben, um die absolute Sicherheit zu haben, daß das Wasser, welches zwischen Beton und Rohr ein-dringen kann, von dem Bahnkörper ferngehalten wird.

Bauvorgang

Der Bauvorgang ist kurz folgender:

Zunächst wird der neue Sammelkanal in Straße 1 gebaut und das Tonrohr hineingeführt. Nach Entfernung des Ein-steigeschachtes wird der Einlauf, Auslauf nebst deren An-schlüsse gebaut und die beiden Eisenrohre verlegt. Die An-schlüsse an den bestehenden Notauslaß werden hergestellt, der alte Ueberfall bleibt vorläufig bestehen, um bei Regenfällen die Vorflut für den Sammelkanal zu bilden. Dann wird die neue Zusammenführung der beiden Eikanäle gebaut.

Unter Aufrechterhaltung der bestehenden Vorflut werden die Seitenwände hochgeführt und in einer kurzen Zeit, während welcher das Schmutzwasser ferngehalten wird — am zweck-mäßigsten während einer Nacht — die Sohlstücke verlegt. Die noch hinderlichen Teile der bestehenden Anlage können dann beseitigt werden und die Schließung des Gewölbes kann erfolgen.

Um die Vorflut der an das Tonrohr von 25 cm ϕ ange-schlossenen Hausleitung während des Baues des Hauptsammlers, der eine geraume Zeit in Anspruch nehmen wird, nicht zu unterbinden, ist der Sammler dicht neben das Tonrohr gelegt worden, wodurch eine kleine Richtungsänderung des Kanals 1,8 1,2 erforderlich ist.

Die Ersparnis an Kosten, welche für den Bau einer vor-übergehenden Anlage aufzuwenden wären, lassen diese Anordnung gerechtfertigt erscheinen.

Die Querschnitte der Untergrundbahn sind dem Handbuche für Eisenbeton, Band 3, Teil II, Seite 617, entnommen.

Berechnung der Profile

Kleiner Notauslaß (1,12 m breit, 0,70 m hoch).
Gegeben: nebenstehender Querschnitt, Gefälle: 1 : 700.
Gesucht: Leistung bei ganzer Füllung.

$$Q = F \cdot v; v = \frac{aR\sqrt{J}}{b + \sqrt{R}}$$

hierin bedeutet a = 100,

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

$$b = 0,35;$$

$$F = F_1 + F_2 = \frac{2}{3} \cdot s \cdot h + r^2 \frac{\pi}{2}$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 1,12 \cdot 0,14 + \frac{\pi \cdot 0,56^2}{2}$$

$$= 0,104 + 0,4926 = \infty 0,6 \text{ qm}$$

$$p = r \cdot \pi + \sqrt{s^2 + \frac{16}{3} \cdot h^2}$$

$$= \pi \cdot 0,56 + \sqrt{1,12^2 + \frac{16}{3} \cdot 0,14^2}$$

$$= 1,759 + 1,16 = 2,92$$

$$R = \frac{F}{p} = \frac{0,6}{2,92} = 0,21$$

$$\sqrt{R} = 0,46$$

$$J = \frac{1}{700} = 0,00143$$

$$\sqrt{J} = 0,037$$

$$v = \frac{100 \cdot 0,21 \cdot 0,037}{0,35 + 0,46} = \infty 1,00 \text{ m/Sek.}$$

$$Q = 1,0 \cdot 0,60 = 0,6 \text{ cbm/Sek.}$$

Die Leistungsfähigkeit der Ei- und Kreisprofile ist mit Hilfe der im Teil III, Band 4 des Handb. d Ing. enthaltenen Tabelle (Tafel I) bestimmt worden. Bei gleicher Füllhöhe und verschiedenem Gefäll eines Profils besteht zwischen den Wassermengen Q_1 und Q_2 die Beziehung:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{c \cdot \sqrt{R_1} \cdot \sqrt{J_1}}{c \cdot \sqrt{R_2} \cdot \sqrt{J_2}} = \sqrt{\frac{J_1}{J_2}}$$

Eiprofil 1,8/1,2:

Gesucht: Q_2 bei $J_2 = 1 : 1000$.

Nach der Tabelle ist $Q_1 = 6,12 \text{ cbm/Sek.}$ bei $J_1 = 1 : 100$.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{1}{1000}} \cdot \frac{1000}{1} = \sqrt{10} = 3,16$$

$$Q_2 = \frac{6,12}{3,16} = 1,95 \text{ cbm/Sek.}$$

Eiprofil 1,20/0,80:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2,04}{2,83} = \sqrt{\frac{1}{1000}} \cdot \frac{800}{1} = \sqrt{8} = 2,83$$

$$Q_2 = \frac{2,04}{2,83} = \infty 0,73 \text{ cbm/Sek.}$$

Kreisprofil 60 cm ϕ :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{0,574}{2} = \sqrt{\frac{1}{1000}} \cdot \frac{400}{1} = \sqrt{4} = 2$$

$$Q_2 = \frac{0,574}{2} = 0,287 \text{ cbm/Sek.}$$

Wassermenge im Sammelkanal am Regenüberfall:

$$1,95 + 0,73 + 0,287 = 2,967 = \infty 3 \text{ cbm/Sek.}$$

Maulprofil 1,60 m breit, 0,90 m hoch. (Abb. 97, S. 58)

$$f_1 = \frac{2}{3} \cdot 1,6 \cdot 0,10 = 0,11 \text{ qm}$$

$$f_2 = \frac{1,6 + 1,54}{2} \cdot 0,20 = 0,314$$

$$f_3 = \frac{1,54 + 1,38}{2} \cdot 0,20 = 0,292$$

$$f_4 = \frac{1,38 + 1,06}{2} \cdot 0,2 = 0,244$$

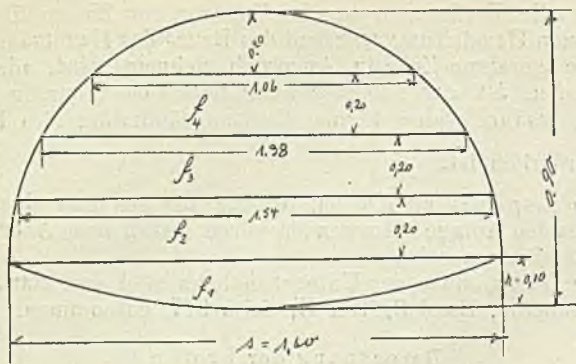


Abb. 97

$$\begin{aligned}
 F_1 &= f_1 = 0,11 \text{ qm} \\
 F_2 &= f_1 + f_2 = 0,424 \\
 F_3 &= f_1 + f_2 + f_3 = 0,716 \\
 F_4 &= f_1 + f_2 + f_3 + f_4 = 0,960 \\
 F &= \frac{\pi \cdot 0,8^2}{2} + 0,11 = 1,005 \text{ qm} \\
 p_1 &= 1,62 \text{ m}; p_2 = 2,02 \text{ m}; \\
 p_3 &= 2,45 \text{ m}; p_4 = 2,95 \text{ m}; \\
 p &= 4,13 \text{ m} \\
 R_1 &= \frac{0,11}{1,62} = 0,07; \sqrt{R_1} = 0,26 \\
 R_2 &= \frac{0,424}{2,02} = 0,21; \sqrt{R_2} = 0,46 \\
 R_3 &= \frac{0,716}{2,45} = 0,29; \sqrt{R_3} = 0,54 \\
 R_4 &= \frac{0,960}{2,95} = 0,33; \sqrt{R_4} = 0,57 \\
 R &= \frac{1,005}{4,13} = 0,24; \sqrt{R} = 0,49 \\
 \text{Gefälle } J &= 1:700 \quad \sqrt{J} = \frac{1}{17,3} \\
 v_1 &= \frac{100 \cdot 0,07}{(0,35 + 0,26) \cdot 17,3} = 0,7 \text{ m/Sek.} \\
 v_2 &= \frac{100 \cdot 0,21}{(0,35 + 0,46) \cdot 17,3} = 1,5 \text{ m/Sek.} \\
 v_3 &= \frac{100 \cdot 0,29}{(0,35 + 0,54) \cdot 17,3} = 1,89 \text{ m/Sek.} \\
 v_4 &= \frac{100 \cdot 0,33}{(0,35 + 0,57) \cdot 17,3} = 2,07 \text{ m/Sek.} \\
 v &= \frac{100 \cdot 0,24}{(0,35 + 0,49) \cdot 17,3} = 1,66 \text{ m/Sek.} \\
 Q_1 &= 0,7 \cdot 0,11 = 0,077 \text{ cbm/Sek.} \\
 Q_2 &= 0,424 \cdot 1,5 = 0,636 \text{ cbm/Sek.} \\
 Q_3 &= 0,716 \cdot 1,89 = 1,353 \text{ cbm/Sek.} \\
 Q_4 &= 0,96 \cdot 2,07 = 1,987 \text{ cbm/Sek.} \\
 Q &= 1,005 \cdot 1,66 = 1,668 \text{ cbm/Sek.}
 \end{aligned}$$

Eiprofil:

Die Wassermengenkurve des Profils 2,1/1,4 ist aus der oben bezeichneten Tabelle errechnet, indem die einzelnen Mengen durch $\sqrt{10} = 3,16$ dividiert wurden.

Bestimmung der Rohrweiten

Nach den im Erläuterungsbericht enthaltenen Darlegungen nimmt der Notauslaß 430 l/Sek. vom Sammler auf und führt im ganzen $600 + 430 = 1030$ l/Sek. ab. Um die bestehenden Wasserverhältnisse nicht zu ändern, soll der Dücker die gleiche Leistungsfähigkeit besitzen. Der Wasserspiegel am Auslauf liegt unter Berücksichtigung des Gefälles auf $+32,48$ u. N.N. Da Rohrweite und Stauhöhe voneinander abhängig sind, soll für die Berechnung die Bedingung gelten, daß bei voller Tätigkeit der Stau 5 cm nicht überschreiten soll. Für die Stauhöhe gilt folgende Formel:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \rho_1 + \rho_2 \frac{1}{d} \right);$$

hierin bedeutet:

v die Geschwindigkeit im Dückerrohr,
 ρ_1 den Kontraktionskoeffizient für den Einlauf; bei glatten Uebergängen = 0,25 = den Faktor für den Reibungswiderstand im Rohre; letzterer ist direkt proportional der Länge und umgekehrt proportional dem Durchmesser des Rohres; für flußeiserne Rohre $\rho_2 = 0,02$

$$0,05 = \frac{v^2}{2 \cdot 9,81} \left(1 + 0,25 + \frac{0,02 \cdot 18}{d} \right)$$

Zwischen v und d besteht die Beziehung

$$Q = F \cdot v = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v.$$

Jedes Rohr hat abzuführen

$$\begin{aligned}
 \frac{1030}{2} &= 515 \text{ l/Sek.} \\
 v &= \frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,515}{3,14 \cdot d^2} \text{ m/Sek.}
 \end{aligned}$$

Eingesetzt ergibt:

$$\begin{aligned}
 0,05 &= \frac{2,060^2}{20 \cdot 3,14^2 \cdot d^4} \left(1,25 + \frac{0,36}{d} \right) \\
 0,05 &= \frac{0,022 \cdot 1,25}{d^4} + \frac{0,022 \cdot 0,36}{d^5} \\
 0,05 \cdot d^5 - 0,03 \cdot d &= 0,008 \\
 d^5 - 0,6 d &= 0,16 \\
 d &= 0,94 \text{ m} \\
 \text{gewählt } d &= 0,95 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Länge der Ueberfallsschwelle

Der Sammler führt eine Wassermenge von $1,95 + 0,73 = 2,70$ cbm/Sek. ab und ist nach Fig. I bis Ordinate $+32,58$ N.N. gefüllt. Der Wasserspiegel am Einlaufe liegt unter Berücksichtigung des Staus auf $+32,53$ N.N. Dadurch, daß das Tonrohr von 60 cm Durchmesser hinter dem Ueberfall in den Sammler eingeführt wird, muß die Ueberfallsschwelle tiefer gelegt werden als bei der alten Anordnung, wenn der Grad der Verdünnung derselbe bleiben soll. Die Schmutzwassermenge des Tonrohres betrage 20 l/Sek., der Verdünnungsgrad sei 6:1, dann ist der Beitrag des Tonrohres bis zum Zeitpunkte des Ueberströmens $7 \cdot 20 = 140$ l/Sek. Nach Fig. I entspricht die Ordinate $+32,23$ der Wasserspiegelhöhe bei einer Differenz von 140 l/Sek.

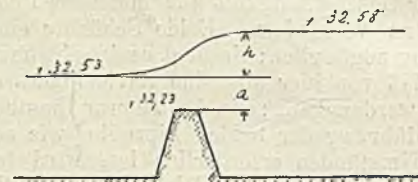


Abb. 98

Die Leistungsfähigkeit des Ueberfalles läßt sich nach der Formel für das unvollkommene Wehr bestimmen:

$$Q = b \cdot \sqrt{2gh} \cdot (\mu_1 \cdot h + \mu_2 \cdot a)$$

$$\mu_1 = 0,8, \mu_2 = 0,6$$

Die Schwelle soll so lang sein, daß ein Ausgleich der Wasserspiegel stattfinden kann.

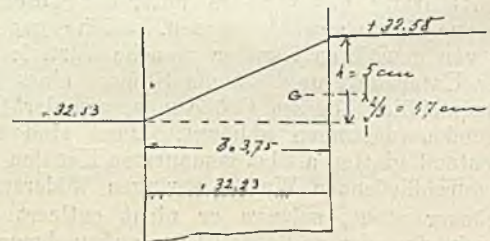


Abb. 99

Die Druckhöhe h ist dann nicht mehr konstant, sondern nimmt von 5 cm bis 0 ab. Als mittlere Druckhöhe wird daher der Abstand des Schwerpunktes h in obige Formel eingesetzt. Da Q, h und a bekannt sind, ist

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{Q}{\sqrt{20h} \cdot (0,8 \cdot h + 0,6 \cdot a)} \\
 &= \frac{1,668}{\sqrt{20 \cdot 0,017} (0,8 \cdot 0,017 + 0,6 \cdot 0,30)} \\
 &= \frac{1,668}{0,430} = 3,75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Gefälle im Hauptsammler

Die Wassermenge des Eiprofils 2,1/1,4 hinter der Einmündung des Tonrohres beträgt:

$$1,95 + 0,73 + 0,287 - 0,43 = 2,54 \text{ cbm/Sek.}$$

Nach Fig. III ist die entsprechende Wasserhöhe $+32,50$ N.N. Infolgedessen ist der Wasserspiegel im Sammler um 3 cm zu heben, was durch Aenderung des Sohlengefälles erreicht wird.

Nach Fig. I ist Q bei $+32,53$ N.N. 2,625 cbm/Sek.

$$Q:Q_1 = 2,625:2,54$$

$$= \sqrt{J}:\sqrt{J_1} = \sqrt{\frac{1}{1000}}:\sqrt{\frac{1}{x}}$$

$$x = 1000 \cdot 1,023^2 = 1047$$

Mithin das neue Gefälle $J = \frac{1}{1050}$