

H. Knauer

---

# KANALISATION

Der Städtische Tiefbau III. Teil



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298788





# Der Städtische Tiefbau.

III. Teil.

## Die Entwässerung der Städte (**Kanalisation**).

Mit 12 Tafeln, 241 Abbildungen und 9 Tabellen.

---

Bearbeitet von

Ingenieur **H. Knauer**,

Oberlehrer an der Königl. Baugewerksschule Essen-Ruhr.



Strelitz in Mecklenburg.

Polytechnischer Verlag M. Hittenkofer.



III. 206697

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

III. 15941

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)  
Berlin und Fürstenwalde (Spree).

BRZ B 416/2017

428/50

## Vorwort.

Was für die beiden ersten Teile des „Städtischen Tiefbaues“ vorausgeschickt wurde, gilt auch für den vorliegenden dritten Teil „Die Entwässerung der Städte“: nicht nur ein Leitfaden für die Schule, sondern auch ein Ratgeber für die Praxis soll geboten werden.

Zahlreiche Beispiele erläutern auch hier den besprochenen Text. Sie sind so behandelt, daß auch der schwächere Schüler sich jederzeit hineinfinden kann und beim Selbststudium ein jeder auch ohne den Vortrag eines Lehrers sich die Beherrschung des Stoffes anzueignen vermag. Durch die beiliegenden rechnerischen und zeichnerischen Tabellen wird die Lösung der Aufgaben ungemein erleichtert. Bei Durchsicht der Fachliteratur ergab sich, daß die zweckmäßigsten Zahlentabellen diejenigen sind, welche dem Lehrbuche über Städteentwässerung von Gürschner und Benzel (Verlag von B.G. Teubner, Leipzig) beigefügt sind. Ich habe diese daher auch dem vorliegenden Leitfaden, allerdings wesentlich verkürzt, nach genauer Durchrechnung zugrunde gelegt. Die Werte von  $Q$  und  $v$  für andere Gefälle, als in den Tabellen enthalten sind, können durch Interpolation leicht gefunden werden.

Auch diesmal danke ich dem liebenswürdigen Entgegenkommen verschiedener großer Fabriken und Werke zahlreiche Abbildungen. Es sind dies die Firmen: Rudolf Böcking & Co. (Halbergerhütte, Brebach), die Geiger'sche Fabrik (Karlsruhe) und Bopp und Reuther (Mannheim - Waldhof). Sie stellten Preisverzeichnisse und Klischees zur Verfügung, wofür ihnen an dieser Stelle besonders gedankt sei.

Essen-Ruhr, im Herbst 1911.

H. Knauer.

---



# Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
<b>A. Allgemeines und Zweck der Städteentwässerung</b> . . . . .	1
<b>B. Vorarbeiten und Vorermittlungen</b> . . . . .	2
I. Vorarbeiten . . . . .	2
II. Ermittlung der abzuführenden Wassermengen . . . . .	3
a) Brauchwasser (Schmutzwasser) . . . . .	3
1. Aus Hauswirtschaften . . . . .	3
2. Aus gewerblichen Betrieben . . . . .	5
b) Niederschläge . . . . .	5
1. Regenwassermenge, Regenstärke, Regendauer . . . . .	5
2. Versickerung . . . . .	7
3. Verzögerung des Abflusses . . . . .	8
<b>C. Kanalisationssysteme; allgemeine Anordnung des Kanalnetzes</b> . . . . .	12
I. Kanalisationssysteme . . . . .	12
a) Allgemeines . . . . .	12
b) Teilkanalisation oder beschränkte Kanalisation . . . . .	13
c) Vollkanalisation (Schwemmkanalisation) . . . . .	13
1. Allgemeines . . . . .	13
2. Das Mischsystem . . . . .	14
3. Das Trennsystem . . . . .	14
d) Wahl des Systemes . . . . .	15
II. Allgemeine Anordnung des Kanalnetzes; Tiefenlage und Gefälle der Kanäle . . . . .	17
a) Allgemeine Anordnung . . . . .	17
1. Allgemeines . . . . .	17
2. Das Radialsystem . . . . .	18
3. Das Abfangesystem . . . . .	18
b) Lage der Kanäle in den Straßen . . . . .	20
c) Tiefenlage der Kanäle . . . . .	23
d) Gefälle und Abflußgeschwindigkeit der Kanäle . . . . .	25
<b>D. Einzelheiten des Kanalnetzes</b> . . . . .	30
I. Die Leitungen . . . . .	30
a) Material der Leitungen . . . . .	30
1. Steinzeugrohre . . . . .	30
2. Eiserne Rohre . . . . .	30
3. Asphaltrohre . . . . .	32
4. Drainrohre . . . . .	32
5. Bleirohre . . . . .	32
6. Rohre aus Zinkblech . . . . .	32
7. Holzrohre . . . . .	32
8. Rohre aus Kupfer und Messing . . . . .	32
9. Gemauerte Kanäle . . . . .	33
10. Betonkanäle . . . . .	35
b) Querschnittsform der Kanäle . . . . .	38
1. Kreisprofil . . . . .	38
2. Eiprofil . . . . .	38
3. Haubenprofil . . . . .	38

	Seite
4. Maulprofil . . . . .	40
5. Elliptisches Profil . . . . .	40
6. Profile mit besonderer Schmutzwasserrinne . . . . .	41
c) Die Kanäle des Trennsystems . . . . .	42
d) Offene Leitungen . . . . .	43
e) Wandstärken der Kanäle . . . . .	43
f) Berechnung der Leitungen . . . . .	45
1. Geschlossene Leitungen . . . . .	45
2. Offene Leitungen . . . . .	52
II. Einsteigeschächte und Vereinigung von Straßenleitungen . . . . .	54
a) Allgemeines . . . . .	54
b) Einsteigeschächte . . . . .	54
c) Sonstige Vereinigung von Leitungen . . . . .	61
III. Regenüberfälle und Notauslässe . . . . .	62
a) Allgemeines . . . . .	62
b) Konstruktion der Notauslässe . . . . .	63
c) Berechnung der Notauslässe . . . . .	70
1. Allgemeines . . . . .	70
2. Bestimmung der Höhenlage der Überfallsschwelle . . . . .	70
3. Bestimmung der Breite der Überfallsschwelle . . . . .	71
4. Zusammenhängende Beispiele . . . . .	74
IV. Dächer . . . . .	84
a) Allgemeines . . . . .	84
b) Konstruktion der Dächer . . . . .	85
c) Berechnung der Dächer . . . . .	87
V. Heberleitungen . . . . .	90
a) Allgemeines und Konstruktion . . . . .	90
b) Berechnung der Heberleitungen . . . . .	92
VI. Kreuzungen . . . . .	92
a) Kreuzung der Kanäle mit Eisenbahnen . . . . .	92
b) Kreuzung der Kanäle mit Gas- und Wasserleitungen . . . . .	93
c) Kreuzung der Kanäle mit Notauslässen und Kanälen . . . . .	94
VII. Straßeneinläufe; Schneeschächte . . . . .	94
a) Straßeneinläufe . . . . .	94
b) Schneeschächte . . . . .	99
VIII. Die Reinhaltung und Lüftung der Kanäle . . . . .	100
a) Vorrichtungen zum Spülen der Kanäle . . . . .	100
1. Allgemeines . . . . .	100
2. Spülbehälter und Spülschächte . . . . .	101
3. Spülverschlüsse . . . . .	102
a) Allgemeines . . . . .	102
β) Holzstöpsel . . . . .	102
γ) Versetzbare Spültüren . . . . .	103
δ) Spülklappen . . . . .	103
ε) Handzugschieber . . . . .	104
ζ) Spindelschieber . . . . .	105
η) Kettenrollenzugschieber . . . . .	106
θ) Spültüren . . . . .	108
4. Selbsttätige Spülvorrichtungen (Selbstspüler) . . . . .	112
5. Spülbetrieb . . . . .	116
b) Sonstige Vorrichtungen zum Reinigen der Kanäle . . . . .	117
1. Allgemeines . . . . .	117
2. Bürsten . . . . .	117
3. Spülwagen und Spülkähne . . . . .	120
c) Lüftung der Kanäle . . . . .	123
IX. Der Sandfang . . . . .	123
E. Die Ausführung der Arbeiten . . . . .	126
I. Allgemeines und Reihenfolge der Ausführungsarbeiten . . . . .	126

	Seite
II. Der Entwurf . . . . .	127
a) Umfang des Entwurfes . . . . .	127
b) Die erforderlichen Pläne und deren zeichnerische Behandlung . . . . .	127
1. Allgemeines . . . . .	127
2. Lageplan . . . . .	128
3. Längenprofil . . . . .	128
c) Bestimmung der einzelnen Entwässerungsgebiete und des Rohrnetzes . . . . .	129
d) Ermittlung der Abflußmengen . . . . .	130
e) Ermittlung der Wasserspiegel . . . . .	131
f) Kostenanschlag . . . . .	134
III. Die Bauausführung . . . . .	142
a) Die Festlegung der Trasse . . . . .	142
b) Die Herstellung der Baugrube . . . . .	143
1. Allgemeines . . . . .	143
2. Die Absteifung der Baugrube . . . . .	144
3. Tunnelartige Herstellung . . . . .	148
c) Der Einbau der Leitungen und der Bauwerke . . . . .	150
1. Allgemeines . . . . .	150
2. Tonrohrleitungen . . . . .	151
3. Kanäle aus Mauerwerk . . . . .	154
4. Kanäle aus Beton . . . . .	156
5. Kanäle aus Eisen . . . . .	158
6. Kanäle aus Asphalt . . . . .	158
7. Bauwerke . . . . .	158
d) Das Verfüllen der Baugrube . . . . .	159
<b>F. Die Entwässerung der Grundstücke . . . . .</b>	<b>159</b>
I. Die Leitungen und ihre Entlüftung . . . . .	159
a) Die Leitungen . . . . .	159
b) Einläufe für Dachwasser . . . . .	162
c) Entlüftung . . . . .	163
II. Eingüsse; Geruchverschlüsse; Fettfänge . . . . .	164
a) Eingüsse, Spültische; Waschbecken und Badewannen . . . . .	164
b) Fettfänge . . . . .	166
c) Pissoire und Spülaborte . . . . .	168
d) Hof- und Fußbodeneinläufe . . . . .	172
III. Hochwasser- und Rückstauverschlüsse . . . . .	173
a) Allgemeines . . . . .	173
b) Selbsttätig wirkende Verschlüsse . . . . .	174
c) Von Hand zu bedienende Verschlüsse . . . . .	176
d) Vereinigung von selbsttätigen und Handverschlüssen . . . . .	176
IV. Allgemeine Anordnung der Hausentwässerungen . . . . .	177
V. Entwurf . . . . .	180
VI. Kostenanschlag . . . . .	180
<b>G. Übungsaufgaben . . . . .</b>	<b>182</b>



# Die Ableitung der Abwässer.

## A. Allgemeines und Zweck der Städteentwässerung.

Im II. Teile des Städtischen Tiefbaues ist auf die Wichtigkeit der Zuführung reinen Trink- und Nutzwassers eingehend hingewiesen worden. Man sieht daher sofort ein, daß auf der anderen Seite die schnelle Abführung des gebrauchten, also schmutzigen Wassers (Brauchwasser, Schmutzwasser) von mindestens gleicher Bedeutung für die Förderung von Reinlichkeit und Gesundheit der Bevölkerung ist. In kleinen Städten und Ortschaften erfolgt diese Abführung in den Straßenrinnen, welche zur Ableitung des Regenwassers ja überall vorhanden sein müssen, während das Abwasser von etwa vorhandenen Wasserleitungen meistens in einer ausgemauerten Grube im Hofe gesammelt wird, wo sich die Sinkstoffe des Wassers niederschlagen, und von wo dieses selbst dann dem Rinnstein zugeleitet wird. Daß diese Art der Entwässerung viele Nachteile hat und für größere Städte keinesfalls geeignet ist, liegt auf der Hand. Auch die Anordnung überdeckter Rinnsteine ist nicht genügend. Man ordnet daher ein Netz unterirdischer Kanäle an, welche dazu dienen, das Brauchwasser und oft auch den menschlichen Urin, also die flüssigen Stoffe, und in größerer Vollendung auch den Kot (Fäkalien) aus den Aborten abzuführen. Im ersteren Falle hat man also eine beschränkte Entwässerung (Kanalisation), im zweiten Falle eine vollständige Entwässerung, die man Schwemmkanalisation nennt, weil die Abwässer und die festen Stoffe durch die Kanäle im natürlichen Gefälle fortgeschwemmt werden. Bei der beschränkten Entwässerung kann auch vorkommen, daß nur die Hausabwässer den Rohren zugeführt werden, während das Regenwasser in den Straßenrinnen oberirdisch abfließt.

Aus dem Gesagten ergibt sich also, daß der Zweck einer Städteentwässerung die Ableitung des im Stadtgebiete zu Reinigungs- und gewerblichen Zwecken verbrauchten, sowie des als Tagwasser (Regen, Schnee, auch Meteorwasser genannt) auf die Erdoberfläche gelangenden Wassers, auf eine für die Gesundheit der Bewohner und den Verkehr möglichst unnachteilige Weise gerichtet ist. In neuerer Zeit dürfte wohl da, wo man an die Anlage einer Kanalisation herangeht, vorzugsweise nur noch die Schwemmkanalisation in Betracht kommen.

Neben den Gründen zur Erhöhung der Reinlichkeit, ja mehr noch als diese, sind es vor allem Rücksichten auf die Hebung der gesundheitlichen Verhältnisse, welche zur Ausführung einer Entwässerung mitbestimmend sind. Die früher mit den Brauchwässern in die Rinnsteine und dadurch auf die Straße gelangenden Schmutzstoffe werden von ihr zurückgehalten; die früher gewöhnlich durch Zuleitung der Abwässer stark verunreinigten Flüsse, die durch ihre Ausdünstungen gesundheitsschädlich wirkten, werden wieder in einen reinen Zustand versetzt

und können anderen Zwecken daher nutzbar gemacht werden. Auch zur Regelung des Grundwasserstandes tragen die Kanäle bei. Im „Wasserbau I“ ist gesagt, wie schädlich ein zu hoher oder häufig wechselnder Grundwasserstand ist. Durch die Anlage von Kanälen wird nun aber der Boden über diesen gegen früher stark gelockert und wasserdurchlässiger, so daß er eine drainierende Wirkung ausübt, die man noch dadurch heben kann, daß man zur Verfüllung der Baugruben Kies und Sand verwendet, oder auch noch besondere Drainröhren im Boden der Baugrube verlegt, wodurch man den Grundwasserstand senken, oder auf eine bestimmte Höhe festlegen und feuchte Keller und Hauswände zum Austrocknen bringen kann.

## B. Vorarbeiten und Vorermittlungen.

### I. Vorarbeiten.

Aufgabe der Vorarbeiten ist vor allem, die Größe und Form des Entwässerungsgebietes zu bestimmen, wovon die Anordnung der Hauptkanäle abhängig ist. Sodann ist die Größe der abzuführenden Wassermengen zu ermitteln, welche die Abmessungen der Kanäle bestimmen. Bei diesen Arbeiten ist natürlich nicht der augenblickliche Bevölkerungsstand der Rechnung zugrunde zu legen, sondern das Wachstum der Bevölkerung zu berücksichtigen und der künftige Bebauungsplan mit einzubeziehen. Da sich die Anordnung der Kanäle auch nach dem Gelände zu richten hat, so muß man sich vor allem einen genauen Plan der Stadt und ihrer Umgebung beschaffen. Dieser Plan soll im Maßstab 1 : 2000 bis 1 : 5000 angefertigt sein und muß alle Straßenfluchtlinien und Gewässer enthalten.

Zur Feststellung der Höhen werden in dem ganzen Entwässerungsgebiet zahlreiche Höhenzahlen oder besser Höhenkurven eingetragen, deren Abstand 1 m betragen soll. Außerdem ist in jeder Straße die Lage der tiefsten Keller festzustellen.

Vorhandene Entwässerungsleitungen und -gräben sind nach Größe, Höhenlage und Gefälle in den Lageplan aufzunehmen.

Ferner sind die Grundwasserstände und die Bodenbeschaffenheit zu ermitteln, da diese namentlich für die Bauausführung und für Drainagen von Wichtigkeit sind.

Von den im Entwässerungsgebiet vorhandenen Wasserläufen sind der niedrigste Wasserstand (N. W.), der mittlere Wasserstand (M. W.) und der höchste Wasserstand (H. W.) festzustellen. Für die Bestimmung der Notauslässe oder Regenwasserkanäle ist auch der höchste Sommerwasserstand (S. H. W.) von Wichtigkeit.

Die Stromgeschwindigkeit und die Wassermenge der Vorflut, welche für die Wahl der Einmündungsstellen der Regenkanäle und die Bestimmung des notwendigen Verdünnungsgrades des Schmutzwassers (s. S. 25) bestimmend sind, sind zu messen, und zwar an verschiedenen Stellen innerhalb und unterhalb des Stadtgebietes bis auf eine Entfernung von etwa 15 km vom untersten Einlaß an gerechnet. Wo keine ausreichenden Beobachtungen über die verschiedenen Wasserstände vorliegen, hat man rechtzeitig Pegel einzubauen und diese Beobachtungen selbst so weit als möglich nachzuholen.

Die Vorflutverhältnisse werden durch Eintragung der Grenzlinien der verschiedenen Wasserstände in die Meßtischblätter (1 : 25 000) des betreffenden

Gebietes ersichtlich gemacht. Etwaige Stauanlagen und Entnahmestellen für Trinkwasserversorgung sind gleichfalls einzutragen.

Vom Vorfluter ist ein Längenprofil anzufertigen, welches die verschiedenen Wasserstände, Gefälle, Geschwindigkeiten und Durchflußmengen enthalten muß.

Zur genaueren Bearbeitung des Entwurfes können noch Pläne in größerem Maßstabe (bis 1 : 500) erforderlich werden.

Wo eine Reinigung des Kanalwassers durch Rieselfelder beabsichtigt ist (s. Teil IV), müssen auch die hierzu geeigneten Gebiete aufgenommen und aufgetragen werden, um genaue Unterlagen für die Höhenverhältnisse zu schaffen.

Sodann hat man die nötigen Unterlagen für die Berechnung der Entwässerungsanlagen zu beschaffen, wobei die Dichtigkeit der Bewohnung, die Größe der Brauchwassermengen, die Abwassermengen gewerblicher Betriebe, die Größe der Niederschläge festzustellen sind. Letztere werden am besten mit Hilfe der im Wasserbau bereits genannten selbstzeichnenden Regenschneemesser zu ermitteln sein.

## II. Ermittlung der abzuführenden Wassermengen.

### a) Brauchwasser (Schmutzwasser).

Als Einheit hierfür wie natürlich auch für die Regenwassermengen wird der Berechnung die von 1 ha in 1 Sekunde abzuführende Wassermenge zugrunde gelegt.

#### 1. Abwasser aus Hauswirtschaften.

Zu dem Abwasser aus Hauswirtschaften ist das Spül- und Wasch-Wasser sowie die Menge der flüssigen und festen menschlichen und tierischen Ausscheidungen (Urin und Fäkalien) zu rechnen. Die Menge dieses Wassers hängt natürlich von dem Wasserverbrauch für den Kopf der Bevölkerung und damit auch von der Einwohnerzahl des zu entwässernden Gebietes ab. Sie deckt sich also ungefähr mit dem Verbrauche aus der Wasserleitung.

Der größte Wasserverbrauch schwankt in den Städten zwischen 50 und 200 l für den Kopf und Tag. Doch geht der normale Verbrauch nicht über 120 l in großen Städten hinaus. Als durchschnittlichen Tagesverbrauch kann man

für kleine Städte bis zu	5 000	Einwohnern	etwa	50—60 l
„ mittlere „ „ „	100 000	„	„	70—80 l
„ große „ „ über	100 000	„	„	100—120 l

für den Kopf der Bevölkerung rechnen.

Wie aus der Wasserversorgung der Städte bekannt ist, wächst er im Sommer auf das 1,5 fache des durchschnittlichen Tagesverbrauches und zu gewissen Tagesstunden auf das 1,5 fache des durchschnittlichen Stundenverbrauches. Danach kann man die in 1 Stunde abzuführende Wassermenge berechnen. Legt man z. B. 50 l für den Kopf der Bevölkerung zugrunde, so erhält man

$$\frac{50 \cdot 1,5}{24} \cdot 1,5 = 4,71 = \sim 5 \text{ l}$$

und für einen Durchschnitt von 80 l

$$\frac{80 \cdot 1,5}{24} \cdot 1,5 = 7,5 = \sim 8 \text{ l}$$

als größten Stundenverbrauch für den Kopf der Bevölkerung.

Nach Frühling beträgt der größte Stundenverbrauch etwa 10 % des durchschnittlichen Tagesverbrauches, was auch aus der eben aufgestellten Rechnung hervorgeht, da

$$\frac{1,5 \cdot 1,5}{24} = \sim \frac{1}{10}$$

ist. Man erhält danach als größten normalen Stundenverbrauch in großen Städten 10—12 l für den Kopf. Der größte Stundenverbrauch ist natürlich der Berechnung der Kanalquerschnitte zugrunde zu legen.

Es genügt aber nicht, nur die Einwohnerzahl zu kennen, sondern man muß bei der Berechnung der Kanalquerschnitte auch die Wohndichte berücksichtigen, die bekanntlich je nach der Bebauungsweise eine sehr verschiedene ist und im allgemeinen mit der Größe der Stadt wächst. Man kann dabei folgende Zahlen zugrunde legen:

- |   |         |                |
|---|---------|----------------|
| 1. für den dichtbebauten Kern der Städte . . . . .  | 400—500 | Einw. auf 1 ha |
| 2. für geschlossene Bebauung . . . . .              | 200—300 | „ „ 1 ha       |
| 3. für offene Bebauung . . . . .                    | 100—150 | „ „ 1 ha       |
| 4. für kleine Landstädte und Marktflecken . . . . . | 100—120 | „ „ 1 ha       |

Danach ergeben sich die Brauchwassermengen, die von 1 ha abzuführen sind und auf 1 Sekunde umzurechnen sind, wie folgt:

1. für den dichtbebauten Kern:

bei einem höchsten Tagesverbrauche von 80 l und einer Einwohnerzahl von 500 für 1 ha

$$\frac{80}{10} \cdot \frac{500}{60 \cdot 60} = 1,105 \text{ sl}$$

bei einem höchsten Tagesverbrauche von 100 l und bei 500 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{100}{10} \cdot \frac{500}{60 \cdot 60} = 1,385 \text{ sl};$$

2. für geschlossene Bauweise:

bei einem Tagesverbrauche von 80 l und bei 300 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{80}{10} \cdot \frac{300}{60 \cdot 60} = 0,668 \text{ sl}$$

bei einem Tagesverbrauche von 100 l und bei 300 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{100}{10} \cdot \frac{300}{60 \cdot 60} = 0,834 \text{ sl};$$

3. für offene Bauweise:

bei einem Tagesverbrauche von 80 l und bei 150 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{80}{10} \cdot \frac{150}{60 \cdot 60} = 0,334 \text{ sl}$$

bei einem Tagesverbrauche von 100 l und bei 150 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{100}{10} \cdot \frac{150}{60 \cdot 60} = 0,416 \text{ sl};$$

#### 4. für kleine Landstädte:

bei 60 l Tagesverbrauch und 120 Einwohnern auf 1 ha

$$\frac{60}{10} \cdot \frac{120}{60 \cdot 60} = 0,20 \text{ sl.}$$

Glauht man, andere Zahlen zugrunde legen zu müssen, so lassen sich nach diesen Beispielen die erforderlichen Berechnungen leicht aufstellen.

Wie schon erwähnt wurde, muß bei dem Entwurfe einer Kanalisationsanlage auch auf die Vermehrung der Bevölkerung Rücksicht genommen werden. Die zu erwartende Einwohnerzahl  $A_1$  ergibt sich wieder aus der bekannten Gleichung

$$A_1 = A \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n,$$

worin A die augenblickliche Bevölkerungszahl,  $A_1$  diejenige nach n Jahren und p die durchschnittliche jährliche Bevölkerungszunahme der letzten Zeit in Hundertteilen der Einwohnerzahl bedeutet.

## 2. Schmutzwasser aus gewerblichen Betrieben.

Die aus gewerblichen Betrieben (Fabriken, Färbereien, Badeanstalten u. dgl.) herrührende Wassermenge kann man im einzelnen ohne große Schwierigkeiten ermitteln, wohingegen die mit dem Wachstum derartiger Betriebe Hand in Hand gehende Zunahme der Schmutzwassermenge sich nur sehr unsicher bestimmen läßt. Doch wird man einigermaßen sicher gehen, wenn man diese Zunahme durch einen Zuschlag in Höhe der 0,5 bis 2 fachen Abwassermenge aus den Hauswirtschaften in Rechnung stellt.

Diejenigen Abwässer, welche feuergefährlich sind oder einen schädlichen Gehalt an Säuren, Alkali und Salzen oder eine Wärme von mehr als 35° haben, dürfen nicht in die Leitungen eingeführt werden, sondern sind vorher in den Betrieben selbst unschädlich zu machen.

### b) Niederschläge.

#### 1. Regenwassermenge, Regenstärke, Regendauer.

Regenwassermenge, Regenstärke und Regendauer sind außerordentlich wechselnd. Doch hat man durch eingehende Beobachtungen festgestellt, daß die Regenfälle um so seltener und kürzer sind und sich auch auf ein um so kleineres Gebiet beschränken, je stärker sie sind.

Für die Querschnittsbestimmung der Abwässerkanäle sind einzelne starke Regen (sog. Sturzregen) und ihre jeweilige Dauer maßgebend. Die letztere beträgt meistens 20 Minuten.

Wollte man jedoch die stärksten, jemals vorkommenden Regenfälle hierbei berücksichtigen, so würde man zu übermäßigen Kanalquerschnitten gelangen, die sich wegen der damit verbundenen Baukosten von selbst verbieten. Allerdings kann man dabei des öfteren beobachten, daß dann bei besonders starkem Regen

das Wasser durch die Straßeneinläufe usw. auf die Straßen tritt und diese überschwemmt, doch pflegen derartige Überschwemmungen wegen ihrer kurzen Dauer und der geringen Ausdehnung des Überschwemmungsgebietes keinen großen Schaden zu verursachen.

Für die Berechnung legt man eine sog. **Regenhöhe** zugrunde, d. h. dasjenige Höhenmaß, welches sich ergeben würde, wenn der Regen auf eine ebene wagerechte Fläche fiel und sich dort ansammeln würde, ohne zu versickern oder abzulaufen. Die alte Annahme, wonach von der gesamten Regenmenge  $\frac{1}{3}$  oberirdisch abfließe und daher in die Kanäle gelange, hat man verlassen.

Für deutsche Verhältnisse genügt die Annahme einer Regenhöhe von 27 bis 45 mm, im Mittel also von **36 mm in 1 Stunde**, wobei man den niedrigen Wert für Flachland, den hohen Wert für gebirgige Gegenden in Rechnung setzt. Bevor man jedoch eine bestimmte Regenhöhe der Berechnung zugrunde legt, muß man sich über die örtlichen Verhältnisse unterrichten. Stehen Aufzeichnungen meteorologischer Beobachtungen nicht zur Verfügung, so muß man eigene Beobachtungen über die Stärke, Häufigkeit und Dauer der Regenfälle an dem betreffenden Orte anstellen, wozu man am besten selbstzeichnende Regenmesser benutzt. Diese Beobachtungen haben sich auf eine längere Zeitdauer zu erstrecken. Läßt sich auch dies nicht durchführen, wenn etwa die nötige Zeit zu diesen Beobachtungen fehlt, so muß man sich mindestens nach den entsprechenden Verhältnissen benachbarter Orte auf der gleichen Gebirgsseite erkundigen und diese der Berechnung zugrunde legen.

Bekanntlich fließt nur ein Teil des Niederschlagswassers oberirdisch ab und gelangt also auch in die Kanäle. Ein anderer Teil versickert, ein dritter verdunstet. Die für diese Dreiteilung der atmosphärischen Niederschläge in Betracht kommenden und ihre Größe bestimmenden Momente sind folgende:

1. Der Feuchtigkeitszustand von Luft und Boden;
2. das Verhältnis zwischen dichten Flächen (Dächer, befestigte Höfe, gepflasterte Straßen usw.), auf denen der Regen zum größten Teil abläuft, und lockeren Flächen (Gärten, Lagerplätze, Park- und Waldflächen usw.), in welchen der größte Teil des Regens versickert; und endlich
3. die Größe und Neigung des Niederschlagsgebietes.

Der Einfluß der Verdunstung wird, zumal er nur gering ist und sich auch nur sehr schwer bestimmen läßt, nicht berücksichtigt, so daß neben der Größe und Neigung des Entwässerungsgebietes nur die Versickerung für die Berechnung in Frage kommt.

Die größte zum Abfluß gelangende Regenmenge erhält man aus der Formel:

$$A = \psi \cdot \varphi \cdot R \cdot F \quad \dots \quad 1)$$

Hierin bedeutet:

- A die Abflußmenge des Regenwassers;
- R die Regenmenge für 1 ha;
- F die Größe des Entwässerungsgebietes in ha;
- $\psi$  den Versickerungskoeffizienten;
- $\varphi$  den Verzögerungskoeffizienten.

Über die Werte  $\psi$  und  $\varphi$  wird noch eingehend gesprochen werden. Die Regenmenge R ermittelt man aus der bereits genannten Regenhöhe und drückt sie in Sekundenlitern (sl) aus. Legt man die oben genannte mittlere Regenhöhe von

36 mm in der Stunde der Berechnung zugrunde, so erhält man die auf 1 ha niedergehende stündliche Regenmenge:

$$R' = 0,036 \cdot 100 \cdot 100 = 360 \text{ cbm} = 360\,000 \text{ l}$$

und die sekundliche Regenmenge:

$$R = \frac{360\,000}{60 \cdot 60} = 100 \text{ sl/ha.}$$

Auch für diese Regenmenge würden, wenn man sie allein der Berechnung zugrunde legte, die Kanalquerschnitte noch zu groß und zu teuer werden; doch bewirken die oben genannten Koeffizienten  $\psi$  und  $\varphi$  eine weitere Herabminderung von R, so daß man dadurch zu brauchbaren Ergebnissen gelangt. Diese Beiwerte  $\psi$  und  $\varphi$  sollen nunmehr näher besprochen werden.

## 2. Die Versickerung.

Die oben für eine Regenhöhe von 36 mm berechnete Regenmenge (für andere Regenhöhen sind die Regenmengen nach diesem Beispiel leicht zu bestimmen) gelangt nur in besonderen Ausnahmefällen vollständig zum Abfluß, wenn nämlich die Oberfläche durchweg dicht und glatt ist, z. B. bei dichter Bebauung ohne Gärten und bei vollständig wasserdichter Befestigung der Straßen und Höfe. Gewöhnlich versickert jedoch ein Teil des Niederschlagswassers und gelangt mithin nicht in die Kanäle. Die Größe der versickernden Wassermenge hängt ab von der Rauigkeit, Wasserdurchlässigkeit, dem Gefälle und dem Pflanzenbestand der zu entwässernden Fläche und wird in der Rechnung durch den **Versickerungskoeffizienten**  $\psi$  zum Ausdruck gebracht, mit dem die Regenmengen der einzelnen Gebiete noch zu multiplizieren sind. Für die Wahl von  $\psi$  gibt nachfolgende Zusammenstellung Aufschluß. Man setze

- $\psi = 0,7$  bis  $1,0$  bei enger Bebauung mit gut gepflasterten Straßen;
- $\psi = 0,5$  bis  $0,7$  bei enger Bebauung mit Gärten;
- $\psi = 0,3$  bis  $0,5$  bei offener Bebauung (Landhausbebauung) und Industrievierteln;
- $\psi = 0,1$  bis  $0,3$  bei kahlen Flächen, Übungs-, Sport- und Spielplätzen, unbebautem Bahngelände;
- $\psi = 0,05$  bis  $0,2$  bei Anlagen, Gartenflächen sowie nach dem Stadtgebiet entwässernden Wiesen und Äckern;
- $\psi = 0,01$  bis  $0,1$  bei Waldflächen, welche nach dem Stadtgebiet entwässern.

So ergibt sich z. B.:

bei enger Bebauung mit Gärten für 100 sl Regenmenge eine Abflußmenge von  
 $100 \cdot 0,6 = 60 \text{ sl}$ ,

bei Landhausbebauung eine Regenmenge von  
 $100 \cdot 0,4 = 40 \text{ sl}$  usw.

Man muß bei diesen Berechnungen aber berücksichtigen, daß beim Anwachsen der Stadt Änderungen in der Bauweise eintreten können, und dahingehende Ermittlungen der Berechnung zugrunde legen. Nur im Kern der Stadt pflegt das Verhältnis der dichten Flächen zu den lockeren dasselbe zu bleiben.

### 3. Verzögerung des Abflusses.

Eine weitere Herabminderung erfährt die in 1 Sekunde durch die Abzugskanäle durchfließende Regenmenge durch die Verzögerung des Abflusses. Diese entsteht dadurch, daß das von den verschiedenen Punkten des Entwässerungsgebietes zum Abfluß gelangende Wasser bis zum Zusammenfluß in den Entwässerungsleitungen verschieden lange Wege zurückzulegen hat, so daß in den unteren Strecken das Wasser bereits zum Abfluß gelangt ist, wenn das Wasser aus den entfernteren Teilen des Entwässerungsgebietes dort anlangt. Die Verzögerung tritt also ein, wenn die Zeit, welche das Regenwasser zur Zurücklegung des Weges von der Fallstelle bis zu einem bestimmten Punkte des Kanalnetzes braucht, größer ist als die Regendauer. Daraus folgt aber weiter, daß die Verzögerung nicht nur von der Regendauer abhängig ist, sondern auch von der Länge der Leitungen und damit auch von der Größe und Gestalt des Entwässerungsgebietes, und ferner auch abhängig ist von der Geschwindigkeit des Wassers in den Leitungen, also auch von deren Gefälle und, weil dieses im allgemeinen dem Gefälle des Geländes angepaßt wird, von der Neigung des Geländes. Der Einfluß der Verzögerung auf die abzuführende Regenwassermenge ist daher umso größer, je größer das Entwässerungsgebiet und je geringer die Neigung des Geländes ist.

Starke Regenfälle pflegen nur kurze Zeit zu dauern, auch treten sie stets nur strichweise auf, so daß an einem Punkte des Kanalnetzes der Zusammenfluß der durch solche Regen hervorgerufenen besonders starken Abflußmengen kaum zu erwarten ist. Man multipliziert daher die ermittelten Regenmengen noch mit einem **Verzögerungskoeffizienten**  $\varphi$ , den man, wie folgt, annehmen kann:

1. für schwache Neigung des Geländes:

$$\varphi = \frac{1}{4\sqrt{F}} \text{ (Formel von Bürkli) . . . . . 2)}$$

2. für mittlere Neigung des Geländes:

$$\varphi = \frac{1}{5\sqrt{F}} \text{ (Formel von Mc. Math) . . . . . 3)}$$

3. für starke Neigung des Geländes:

$$\varphi = \frac{1}{6\sqrt{F}} \text{ (Formel von Brix) . . . . . 4)}$$

In diesen Formeln bedeutet F die Größe des Entwässerungsgebietes in Hektar. Man erkennt aus ihnen, daß der Wert von  $\varphi$  umso kleiner wird, je größer das Entwässerungsgebiet ist, aber auch umso größer, je steiler das Gelände geneigt ist.

Häufig werden auch die Werte gewählt, welche von Mank auf Grund seiner Messung in Dresden ermittelt worden sind. Auf Grund der Formeln 2 bis 4 und der Messung von Mank ergeben sich dann die in folgender Tabelle zusammengestellten Werte von  $\varphi$ .

Aus dem oben Gesagten geht hervor, daß von entscheidender Bedeutung für die Verzögerung die Dauer des Regens und die Größe der Abflußgeschwindigkeit ist. Beim Abfluß kann das Wasser nun einen oberirdischen und einen unterirdischen Weg zurücklegen. Wenn das Zuflußgebiet nun innerhalb der zu kanalierenden Stadt liegt, so ist für  $v$  fast stets das Gefälle des Kanals ausschlag-

F in ha	$\varphi = \frac{1}{4\sqrt{F}}$	$\varphi = \frac{1}{5\sqrt{F}}$	$\varphi = \frac{1}{6\sqrt{F}}$	$\varphi$ nach Mank
1	1,00	1,00	1,00	0,85
10	0,56	0,63	0,68	0,58
20	0,47	0,55	0,61	0,43
40	0,40	0,48	0,54	0,29
80	0,33	0,42	0,48	0,22
100	0,32	0,40	0,46	0,22
200	0,27	0,35	0,41	0,22
300	0,24	0,32	0,39	0,22

gebend, da der oberirdische Weg des Regenwassers von der Fallstelle bis zum Einlauf so kurz ist, daß man ihn gegenüber der Gesamtlänge des zurückgelegten Weges vernachlässigen kann. Er kommt also nur in Außengebieten in Betracht, von denen das Regenwasser dem Kanalnetz in offenen Bächen zugeführt wird. Bekanntlich ist allgemein Weg = Geschwindigkeit  $\times$  Zeit. Bezeichnet man die Dauer des Regens mit  $t_r$  Sekunden, so ist also der vom Wasser zurückzulegende Weg =  $v \cdot t_r$ .

Trägt man für die den verschiedenen Geschwindigkeiten (je nach dem Gefälle des Kanales) entsprechenden Wege in Abb. 1 von den obersten Enden der Kanalstrecken nach unten ab, so begrenzen die Punkte B, C, D, E den schraffierten Kern

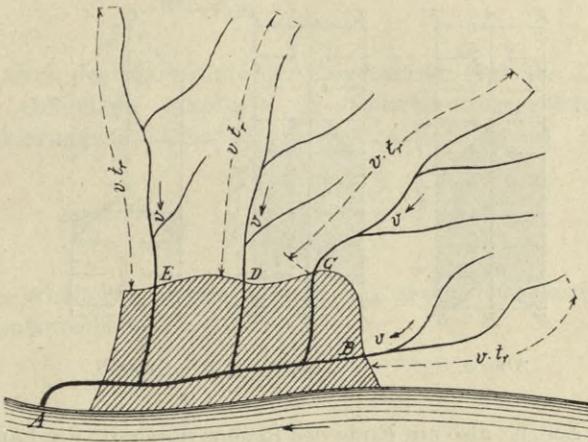


Abb. 1.

der Abbildung, für welchen allein die Verzögerung in Betracht kommt. Nun beträgt aber, wie schon gesagt, die Regendauer  $t$  meistens 20 Minuten oder 1200 Sekunden, ferner die Geschwindigkeit gewöhnlich  $> 0,7$  m/sec, so daß man die Verzögerung erst bei Kanalstrecken, welche länger sind als 800 bis 1000 m, zu berücksichtigen hat.

Die Frage, welchen Einfluß die Verzögerung nun auf die abzuführende Wassermenge hat, behandelt Frühling eingehend, auch auf zeichnerische Weise, und wir wollen daher seine Ausführungen dem Handbuche der Ingenieurwissenschaften (III. Teil, 4. Bd., Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1903, S. 28—34) entnehmen:

Der genannte Einfluß wird am einfachsten klar, wenn man ein rechteckiges Entwässerungsgebiet  $EFGH$  (Abb. 2) betrachtet, in dessen Längsachse der mit rechtwinkligen Zuflüssen versehene Hauptkanal  $AB$  liegt. Dann wird nach Beginn des Regens das Wasser zunächst aus der Umgebung von  $B$  abfließen, und zwar von einer Fläche, welche bei gleichmäßiger Geschwindigkeit  $v$  einem sich nach und nach vergrößernden rechtwinkligen Dreieck entspricht, welche in Abb. 2 und 3 schraffiert dargestellt ist und allmählich in die Form der Abb. 4 übergeht, die den

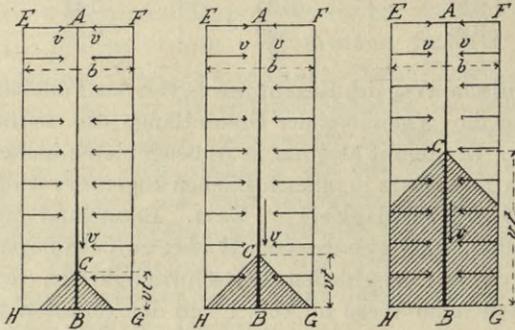


Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

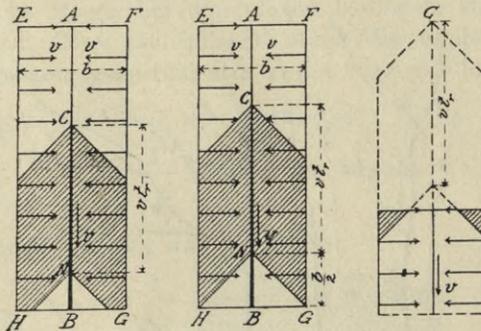


Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Zustand nach der Zeit  $t_r$ , also am Ende des Regens darstellt; die Länge der schraffierten wassergebenden Fläche ist dann auf  $v \cdot t$  angewachsen.

Nach dem Ende des Regens hört der Zufluß zunächst wieder in der Nähe von  $B$  auf; das Gebiet, welches kein Wasser mehr liefert, zeigt ebenfalls die Form eines sich allmählich vergrößernden Dreiecks, während die Spitze der „Abflußfigur“ weiter nach oben rückt (Abb. 5). Ist das Anwachsen des dreieckigen Gebietes bis zur Grenze  $HNG$  (Abb. 6) vorgeschritten, so hat die Fläche  $f$  der genannten Abbildung ihre größte Ausdehnung  $f_{\max}$  und zugleich ihren Beharrungszustand erreicht. Solange dieser währt, ändert sich die Abflußmenge bei  $B$  nicht, selbst wenn die Länge und damit die Fläche des rechteckigen Entwässerungsgebietes unendlich groß sein sollte. Die Änderung tritt erst ein, wenn die Spitze  $C$  an der oberen Kante des Entwässerungsgebietes angekommen ist. Von diesem Augenblicke an nimmt die Größe der Abflußfigur allmählich ab, bis auch deren letzter Teil das Gebiet verlassen hat (Abb. 7).

Hieraus geht gleichfalls hervor, daß die wirklich abzuführende Wassermenge kleiner ist als die Regenmenge, daß man also letztere mit dem Beiwerte  $\varphi$  zu multiplizieren hat, vorausgesetzt, daß die Kanalstrecke nicht kürzer ist als 800 bis 1000 m.

Ein anschauliches Bild von dem Verlaufe des Abflusses bei B erhält man nach Frühling, durch das Auftragen der Abflußkurve, bei welcher die Zeiten die Abszissen, die zugehörigen Abflußmengen die Ordinaten bilden (Abb. 8). Der durch die Parallele  $m n$  dargestellte Beharrungszustand wächst bei gleicher Regendauer mit der Länge der Kanalstrecke, die Steilheit des auf- und

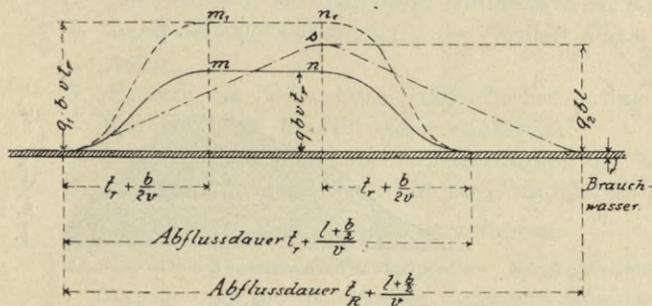


Abb. 8.

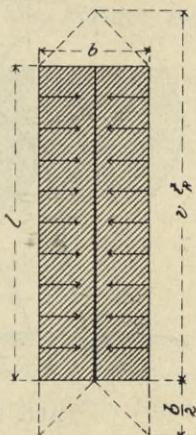


Abb. 9.

absteigenden Astes der Kurve mit der Regenstärke (vgl. die Linie  $m_1 n_1$ ). Die Zunahme der Abflußfigur innerhalb des Entwässerungsgebietes vermindert die Dauer des Beharrungszustandes; dieser wird zu Null, sobald

$$t_R = \frac{1 - \frac{b}{2}}{v}$$

und die Kurve erhält eine Spitze  $s$ , wenn  $f_{\max}$  gleich dem ganzen Entwässerungsgebiet  $F$  ist, entsprechend

$$t_r = \frac{1 + \frac{b}{2}}{v} \quad (\text{Abb. 9}),$$

und es hört bei dieser oder einer längeren Regendauer die Verzögerung auf. Die zwischen Abflußkurve und der Wagerechten eingeschlossene Fläche stellt dann die gesamte Abflußmenge während der Regendauer am unteren Ende des Kanals dar.

Bei unregelmäßig gestalteten Flächen wechseln Form und Größe der Abflußfigur stetig, doch wird man nach dem Vorhergehenden die Gegend des Gebietes in welcher sie ihre größte Ausdehnung erreicht (in Abb. 10 oberhalb des Punktes  $M$ ) leicht finden können. Denn man erhält  $N$  durch  $MN = v \cdot t$ ;  $P$  und  $Q$  ergeben sich, wenn  $ON = OP$  und  $RN = RQ$  gemacht wird. Ebenso ist  $RM = RS$ ,  $TM = TU$ ,  $JN = JG$ . Sind die Geschwindigkeiten der Nebenkanäle kleiner als die des Hauptkanales, so müssen die Strecken  $JG$ ,  $OP$ ,  $RS$ ,  $RQ$  und  $TU$  entsprechend verkürzt, im umgekehrten Falle entsprechend verlängert werden. Unter Voraussetzung eines gleichmäßigen Gefälles erhält dann der Hauptkanal

auf der Strecke MA den gleichen Querschnitt, dessen Größe durch die von der schraffierten Fläche  $f_{max}$  abgeführte Wassermenge bestimmt wird. Die sekundlichen Abflußmengen richten sich nach dem jeweiligen Abflußgebiet und werden in ihrem Wechsel durch die in Abb. 11 dargestellte Abflußkurve veranschaulicht.

Faßt man das Gesagte noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich, daß man die von den Kanälen abzuführende Regenwassermenge nach Gleichung 1) zu berechnen hat, wenn die Kanäle länger sind als 800—1000 m; sind sie kürzer, so nimmt Gleichung 1) die Form an

$$A = \psi \cdot R \cdot F.$$

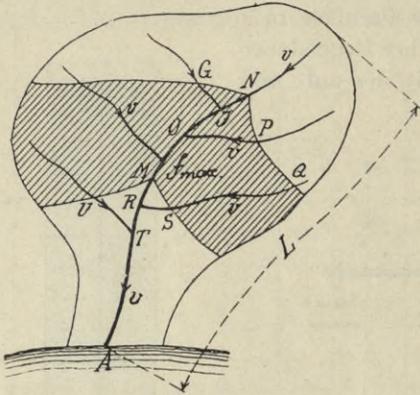


Abb. 10.

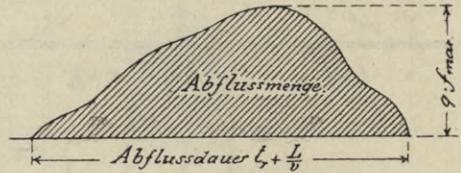


Abb. 11.

Der Koeffizient  $\varphi$  für die Verzögerung wird nach Formel 2 bis 4 bestimmt, die Werte von Mank benutze man besser nicht, weil sie auf einer einzigen Messung beruhen; sie sind nur mit aufgeführt, weil tatsächlich in einigen Städten (Chemnitz, Freiburg i. B.) danach gerechnet wurde.

## C. Kanalisationssysteme; allgemeine Anordnung des Kanalnetzes.

### I. Kanalisationssysteme.

#### a) Allgemeines.

Unter A wurde bereits kurz erwähnt, daß man zwischen beschränkter Kanalisation und vollständiger Kanalisation (Schwemmkanalisation) unterscheidet, je nachdem nur die Hauswässer aufgenommen oder auch Fäkalien und Regenwasser mit abgeführt werden. Für die Aufnahme der Fäkalien müssen daher unbedingt Spülaborte eingerichtet werden.

Die Frage, ob eine Teil- oder Vollkanalisation zur Ausführung zu bringen sei, hängt in erster Linie von den Kosten ab, in zweiter Linie aber auch von den örtlichen Verhältnissen. Eine Kanalisation, welche nur die Hauswässer abzuführen hat, ist naturgemäß wesentlich billiger, da sämtliche Kanäle erheblich geringere Abmessungen erhalten; denn wir sahen, daß die Brauchwassermenge nur einen Bruchteil der Regenwassermenge ausmacht. Auch die Reinigungsanlagen werden dabei kleiner und billiger. Ferner ist es nicht nötig, daß die Kanäle natürliche Spülung durch Regenwasser erhalten, da zahlreiche ausgeführte Anlagen zeigen, daß sie ohne solche Spülung rein gehalten werden können und dennoch nicht zu Verstopfungen neigen.

## b) Teilkanalisation.

Die Teilkanalisation oder beschränkte Kanalisation ist also diejenige, bei welcher die Ableitung der Hauswässer unter Ausschluß des Regenwassers erfolgt.

Ihre Vorteile sind folgende:

1. geringere Anlagekosten für das Kanalnetz und die Reinigungsanlage;
2. geringere Anlagekosten in den Hausgrundstücken, da alle Anlagen zur Ableitung des Regenwassers fortfallen;
3. Unabhängigkeit von der Vorflut, da alle Kanäle geschlossen bis zum gemeinsamen Sammelpunkt geführt werden können;
4. keine Überschwemmungen der Keller durch Hochwasser oder Sturzregen;
5. Fortfall der Notauslässe, Hausschieber u. dgl. (s. später);
6. flachere Lage der Entwässerungskanäle;
7. größere Genauigkeit in der Bestimmung der Kanalquerschnitte;
8. leichter Ausschluß der nicht zum Stadtgebiet gehörenden Abwässer.

Als Nachteile sind dagegen aufzuführen:

1. die tiefen, zur Abführung des Regenwassers erforderlichen Straßenrinnen und die die Straßen durchschneidenden Querrinnen, deren Beseitigung unmöglich ist;
2. die hierdurch hervorgerufene Unmöglichkeit, flach gewölbte, moderne Straßenpflasterungen auszuführen;
3. Vereisung der Bürgersteige und Straßenrinnen im Winter;
4. die oberirdische Ableitung des Regenwassers aus den Höfen der Grundstücke nach den Straßenrinnen;
5. die Möglichkeit, daß in die Einläufe für die Hauswässer auf den Höfen absichtlich oder unabsichtlich Regenwasser hineingelangt.
6. der Mangel zeitweiser kräftiger Durchspülung des Kanalnetzes durch Regenwasser, was aber, wie schon erwähnt, nicht zu erheblich ins Gewicht fällt;
7. in gesundheitlicher Hinsicht die Ablagerung des Schmutzes von den Straßen und Höfen in den Rinnsteinen, wohin er durch das Regenwasser gespült wird, und wodurch mehr oder weniger große Geruchbelästigungen herbeigeführt werden.

## c) Vollkanalisation.

### 1. Allgemeines.

Die Vollkanalisation vermeidet sämtliche Mängel der Teilkanalisation, ist daher entschieden zu empfehlen und kommt heute auch meistens zur Ausführung. Auch hier sind verschiedene Systeme zu unterscheiden, nämlich

1. Das Mischsystem.
2. Das Trennsystem.

Beim Mischsystem werden Schmutz- und Niederschlagswasser gemischt in einer gemeinsamen Leitung, beim Trennsystem dagegen getrennt in verschiedenen Leitungen abgeführt.

Von gesundheitlichem Standpunkte aus sind beide Systeme gleichwertig, beide haben ihre Vorteile und Nachteile, so daß von entscheidendem Einfluß auf

die Wahl des Systems daher in erster Linie die Kosten sind. Doch läßt sich nur durch vergleichende Entwürfe und Kostenanschläge im Einzelfalle entscheiden, welches System das billigere ist.

## 2. Das Mischsystem.

Das Mischsystem ist in den meisten Fällen das billigere. Dies kommt in erster Linie daher, daß das Leitungsnetz billiger ist; denn einfache Leitungen sind sowohl in der ersten Herstellung wie auch in der Unterhaltung billiger als Doppelleitungen mit zusammen gleichem Fassungsvermögen. Die sonstigen Vorteile gegenüber dem Trennsystem lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. im Innern der Grundstücke sind gleichfalls einheitliche Rohrleitungen vorhanden;
2. die Herstellung der Leitungen ist nicht nur billiger, sondern auch einfacher;
3. eine Kontrolle über die Trennung der Haus- und Regenwässer in den Grundstücken ist nicht erforderlich;
4. die Hauswässer, welche aus einem nicht kanalisierten Vorort in die Kanäle fließen, können durch einfache Straßeneinläufe aufgenommen werden, wohingegen beim Trennsystem schwierige Einrichtungen erforderlich werden, um die oberirdisch zufließenden Hauswässer von den Regenkanälen fernzuhalten und in die Hauswasserkanäle zu leiten.

Als Nachteile des Mischsystems gegenüber dem Trennsystem sind dagegen folgende zu nennen:

1. Die Kosten der Reinigung des Abwassers des Mischsystems sind größere, weil der Reinigungsanlage außer dem Schmutzwasser noch Regenwasser zugeführt wird, welches im Jahre durchschnittlich etwa den dritten Teil der Schmutzwassermenge ausmacht, so daß die Reinigungsanlage größer ausgeführt werden muß;
2. die Abhängigkeit von der Vorflut ist eine größere; in den meisten Fällen muß das Abwasser zur Reinigungsanlage gehoben werden; jedoch werden nicht die ganzen Niederschläge der Reinigungsanlage zugeführt und müssen also auch nicht gepumpt werden, da ein großer Teil des Regenwassers durch die später noch eingehend zu besprechenden Regen- und Notauslässe den offenen Wasserläufen direkt zugeführt wird;
3. die Kellerräume werden mitunter überflutet;
4. die Kanäle erhalten bei größeren Querschnitten eine tiefere Lage;
5. die Bedienung der Notauslässe, Hochwasserschieber usw.;
6. die Abflußmengen wechseln stark in Menge und Zusammensetzung, so daß der Betrieb sich weniger wirtschaftlich gestaltet, als beim Trennsystem, und zwar in erhöhtem Maße, je größer die Kosten des für den Einzelfall als richtig gewählten Reinigungsverfahrens sind.

## 3. Das Trennsystem.

Beim Trennsystem sind zwar einige Mißstände des Mischsystems nicht vorhanden, doch besitzt es dafür auch gewisse Nachteile, nämlich:

1. die infolge der getrennten Leitungen sich ergebenden höheren Anlagekosten in Kanälen und Hausgrundstücken;

2. die getrennten Entwässerungskanäle sind schwieriger herzustellen;
3. die Kontrolle über die Trennung der Haus- und Regenwässer in den Grundstücken ist erschwert, namentlich in bezug auf die Ableitung des Regenwassers von den Höfen;
4. Unterhaltung und Bedienung erfordern höhere Kosten, wenn Hauswasser- und Regenwasserkanal nicht in einem Bauwerk vereinigt sind;
5. die Hauswässer der angrenzenden Vororte können durch die Straßenrinnen in die Regeneinläufe des Kanalisationsnetzes einfließen und so die Vorflut verunreinigen;
6. eine weitere Verunreinigung der Vorflut kann durch unerlaubte Ableitung der Hauswässer in die Regenkanäle eintreten.

#### d) Wahl des Systems.

Die Wahl des richtigen Systems kann nur auf Grund großer Erfahrung und Sachkenntnis erfolgen und ist, wie schon erwähnt, nur durch vergleichende Entwürfe und Kostenanschläge zu treffen. Mit Hilfe eines Höhenplanes kann man zunächst ohne Rücksicht auf das zu wählende System das Kanalnetz in Hauptgrundzügen entwerfen. Dabei wird man erkennen, ob es möglich ist, die gesamten Abwässer in einem gemeinschaftlichen Punkt zusammenzuführen, oder ob man das zu entwässernde Gebiet in verschiedene Systeme zerlegen muß. Am besten ist natürlich in den meisten Fällen die Anwendung eines einheitlichen Systemes, doch ergeben sich hierbei häufig Schwierigkeiten, so daß man zweckmäßiger handelt, je nach den örtlichen Verhältnissen für das eine Stadtgebiet dieses, für das andere jenes System zur Ausführung zu bringen.

Die beim Entwurfe sich ergebenden Schwierigkeiten können folgende sein:

1. das zur Ableitung der Wassermengen erforderliche Kanalgefälle läßt sich infolge tiefer und flacher Lage des Entwässerungsgebietes nur schwer erzielen; diese Schwierigkeiten können noch dadurch erhöht werden, daß der Vorfluter, welcher die Abwässer aufzunehmen hat, nur wenig unter dem zu entwässernden Gelände liegt;
2. einzelne Teile des Stadtgebietes sind dem Hochwasser ausgesetzt, andere sind hochwasserfrei, also auch anders zu behandeln als die ersteren;
3. das zu entwässernde Gebiet besteht aus verschieden hochliegenden Teilen, deren Lage zudem so sein kann, daß das Kanalnetz des tiefliegenden Teiles nach dem hochliegenden keinen Abfluß hat;
4. das Gelände ist so hügelig, daß eine Zusammenfassung sämtlicher Kanäle zu einem zusammenhängenden Netz gar nicht oder nur sehr schwierig und unter großen Erdarbeiten möglich ist;
5. das Entwässerungsgebiet fällt nach allen Seiten ab, so daß die Kanäle, die, wie bereits gesagt wurde, dem Gelände sich möglichst anpassen sollen, nach verschiedenen Richtungen verlaufen, und zu ihrer Zusammenfassung ein Sammelkanal erforderlich wird, dessen beste Lage sich nur auf Grund sorgfältiger Prüfung ermitteln läßt;
6. das Gelände fällt so steil ab, daß man die für Kanäle sonst üblichen Gefälle nicht mehr anwenden kann;
7. das für die Reinigungsanlage der Abwässer geeignete Gelände liegt höher als das Entwässerungsgebiet;

8. im Stadtgebiet sind viele Wasserläufe vorhanden;
9. eine zur Aufnahme der Abwässer geeignete Vorflut ist nicht vorhanden;
10. künstliche Hindernisse oder Eigentumsverhältnisse erschweren die aus den örtlichen Verhältnissen sich ergebenden Anlagen.

Danach erhält man nach Metzger (Städte-Entwässerung und Abwässer-Reinigung, Berlin, Carl Heymanns Verlag, 1907) folgende Lösungen:

1. Bei einem flach und tief liegenden Stadtgebiet bietet die Ausführung der Regenkanäle insofern Schwierigkeiten, als infolge des geringen Gefälles große Querschnitte nötig sind und eine Entlastung der Regenkanäle nach der Vorflut erschwert oder nahezu unmöglich gemacht wird; für diesen Fall eignet sich die Teilkanalisation, falls das aus dem Hochgebiet stammende Regenwasser vor Eintritt der Kanäle in das Tiefgebiet durch Notauslässe entfernt werden kann.

2. Der dem Hochwasser ausgesetzte Teil eines Stadtgebietes erhält entweder Teilkanalisation oder Vollkanalisation nach dem Trennsystem, der übrige Teil Vollkanalisation nach dem Mischsystem.

3. In einem Stadtgebiet mit sehr verschieden hochliegenden Stadtteilen ist für das tiefliegende Gebiet die Teilkanalisation, für das hochliegende dagegen die Vollkanalisation anwendbar.

4. Ist das Gelände so hügelig, daß nicht alle Stadtteile nach einem gemeinschaftlichen Sammler entwässern, und müssen infolgedessen die Abwässer eines Teiles der Stadt gepumpt werden, so empfiehlt sich für diesen Bezirk die Teilkanalisation oder, wenn das Regenwasser bequem abgeleitet werden kann, die Vollkanalisation nach dem Trennsystem.

5. Bei allseitig abfallendem Stadtgebiet erfordert der die Stadt umgehende Sammler, falls seine Entlastung nicht möglich ist, sehr große Abmessungen, so daß sich für diesen Fall entweder die Teilkanalisation oder die Vollkanalisation nach dem Trennsystem empfiehlt.

6. In Städten mit Bergstraßen ist jedes System anwendbar, jedoch mit besonderen, durch die starken Gefälle bedingten Schwierigkeiten verbunden.

7. Liegt das Gelände für die Reinigungsanlage wesentlich höher als die Stadt, so kommt es darauf an, welche Regenmengen unter Umständen auf diese Höhen zu fördern sind. An den hiermit verbundenen laufenden Ausgaben kann durch Anwendung der Teilkanalisation oder durch die Vollkanalisation nach dem Trennsystem gespart werden.

An dieser Stelle sei bereits bemerkt, daß es durchaus nicht immer notwendig ist, alle Abwässer nach einem gemeinschaftlichen Punkte zusammenzuleiten, wie dies z. B. in Berlin auch nicht geschehen ist.

Das Trennsystem kommt außerdem hauptsächlich noch in folgenden Fällen in Betracht:

1. Wenn alte Leitungen vorhanden sind, die man unbedenklich zur Ableitung des Regenwassers, aber nicht zu der des Schmutzwassers benutzen kann, da im allgemeinen Regenwasserleitungen nicht ein so regelmäßiges Sohlengefälle und solch glatte und undurchlässige Kanalwände zu haben brauchen wie Schmutzwasser führende Kanäle.

2. Wenn die Stadt an einem Flusse sich langgestreckt hinzieht, so daß man das Regenwasser durch viele kurze Kanäle mit verhältnismäßig kleinen Abmessungen unmittelbar in den Fluß leiten kann.

3. Wenn die Entlastung tief liegender Leitungen durch Regenauslässe wegen hohen Flußwasserstandes, welcher einen Rückstau des Wassers nach den Entwässer-

rungsleitungen hervorrufen kann, nicht möglich ist. In solchen Fällen kann man nämlich (Abb. 12) den Regenwasserkanal entsprechend hoch legen, während die Schmutzwasserkanäle, um Keller und Waschküchen entwässern zu können, ziemlich tief liegen müssen, sodaß, wie es Abb. 12 zeigt, eine Entlastung des Schmutzwasserkanals durch einen Regenauslaß nicht möglich ist.

Ist ein Gebiet zeitweise dem Hochwasser ausgesetzt, so müssen die tief-  
liegenden Öffnungen des Leitungsnetzes für Schmutzwasser (Einsteige-  
schächte, Einläufe im Kellergeschoß) wasserdicht verschlossen werden  
können, um das Eindringen des Hochwassers zu verhindern.

Ausgeschlossen ist die Anwendung des Trennsystems in einge-  
deichten Gebieten, weil das Hochwasser aus den Regenwasserleitungen und  
Straßeneinläufen über das Gelände treten könnte. Wo jedoch solche Hochwasser

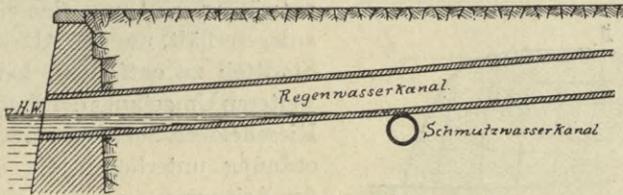


Abb. 12.

erfahrungsgemäß nur kurze Zeit dauern, wie im Tidegebiet, schließt man die  
Mündungen der Notauslässe ab und sammelt die Niederschläge in sog. Aufhalte-  
becken, um sie dann nach Fallen des Hochwassers in die Vorflut abzulassen. Auf  
diese Weise braucht man nicht alles Wasser zu pumpen.

Für sehr tiefliegende Gebiete empfiehlt sich das Shone-System,  
welches eine besondere Art des Trennsystems ist. Hierbei fließt das Schmutzwasser  
der einzelnen, nur kleinen Entwässerungsgebiete in natürlichem Gefälle einem  
Behälter zu und wird, sobald dieser gefüllt ist, selbsttätig durch Preßluft in einen  
hochliegenden Sammelkanal gepreßt. Die Ableitung der Niederschläge erfolgt in  
oberirdisch oder in besonderen, nur wenig unter Gelände liegenden Leitungen,  
da ihre Ableitung im Shone-System eine zu kostspielige Anlage erfordern würde,  
und auch der Wechsel der Zufußmenge zu groß sein würde.

## II. Allgemeine Anordnung des Kanalnetzes. Tiefenlage und Gefälle der Kanäle.

### a) Allgemeine Anordnung.

#### 1. Allgemeines.

Oberster Grundsatz für die allgemeine Anordnung der Kanäle ist die Ab-  
führung des Brauch- und Regenwassers auf dem kürzesten Wege. Aus  
diesem Grunde paßt man die Linien der Kanäle der Richtung des natürlichen  
Oberflächengefälles an, soweit dies die Lage der Straßen zuläßt, und keine sonstigen  
Hindernisse eintreten.

Es ist daher auch ohne weiteres klar, daß in ebenen Gegenden, wo kein oder nur  
geringes Gefälle vorhanden ist, die Städteentwässerungen von ganz anderen Ge-

sichtspunkten aus vorzunehmen sind als in hügeligen Gegenden, wo man das erforderliche Gefälle ohne Schwierigkeiten erzielen kann. Man kann demgemäß zwei Hauptarten von Kanalisationssystemen unterscheiden, nämlich

- α. das Radialsystem;
- β. das Abfangesystem mit seinen Abarten, dem Parallelsystem und dem Fächersystem.

## 2. Das Radialsystem.

Das Radialsystem (Abb. 13) kommt hauptsächlich für größere in ebenem Gelände liegende Städte in Frage. Dabei wird die Stadt vom Stadtinnern aus strahlenartig in eine Anzahl von Abteilungen zerlegt, von denen jede selbständig entwässert wird und eine eigene Pumpenanlage erhält, um das Abwasser aus dem Stadtteil zu entfernen, bzw. den in der weiteren Umgebung der Stadt befindlichen Rieselfeldern zuzuführen. Bei dieser Anordnung unterliegen die oberen Enden der Leitungen auch bei Vergrößerung der Stadt keiner Änderung, während eine Ausbildung des Kanalnetzes nach außen hin möglich ist und die Beschaffung von Rieselflächen erleichtert wird. Dieses System ist z. B. in Berlin in großem Maßstabe angewandt.

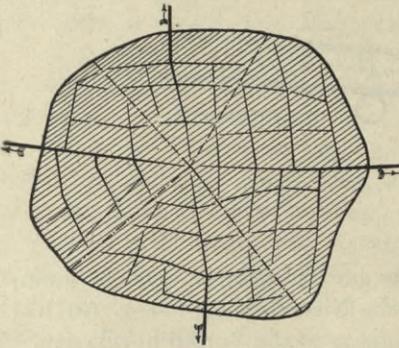


Abb. 13.

## 3. Das Abfangesystem.

Das Abfangesystem mit seinen verschiedenen Abarten eignet sich für in mehr oder weniger hügeligem Gelände liegende Städte. Dabei sind verschiedene Arten von Systemen möglich, die unter einander eine gewisse Ähnlichkeit besitzen und sich natürlich in jedem Falle nach den vorhandenen örtlichen Verhältnissen richten. Eines der einfachsten und unter Umständen vorteilhaftesten Systeme ist das eigentliche

Abfangesystem, welches vielfach in Städten angewandt wird, die von einem Flusse durchschnitten werden (z. B. Danzig). Hierbei werden die größeren Kanäle direkt auf den Fluß zugeführt und von einem längs des Flusses sich hinziehenden Hauptkanal abgefangen (Abb. 14), welcher dann das Wasser aus der Stadt hinausleitet und einige Kilometer flußabwärts entweder in den Fluß (auch Rezipient genannt) einführt oder an eine Reinigungsanlage abgibt. Eine Abart dieses Systems ist

das Parallelsystem. Dieses findet vorteilhaft Anwendung, wenn die Stadt terrassenförmig auf beiden Seiten des Flusses gelegen ist. In solchen Fällen ist es vorteilhaft, mehrere der oben genannten Abfangekanäle in verschiedenen Höhenlagen anzuordnen, von denen jeder das Wasser des oberhalb liegenden Gebietes aufnimmt. Diese Kanäle werden außerhalb der Stadt wieder in einen Haupt- oder Stammkanal zusammengeführt (Abb. 15). Im wesentlichen haben diese Abfangekanäle gleichlaufende Richtung, so daß dieses System den Namen Parallel-

system führt. Einen Vorteil bietet diese Anordnung durch die Möglichkeit, auf einfache Weise eine Anlage zur Spülung des Rohrnetzes herzustellen, wobei das notwendige Wasser aus dem Flusse selbst entnommen werden kann, der zu gegebener Zeit durch eine bewegliche Wehranlage bis zur erforderlichen Höhe angestaut wird.

Das Fächersystem ist eine weitere Abart des Abfangsystems; hierbei werden von einem Punkte aus, welcher als Auslaß für die ganze Stadt dienen soll,

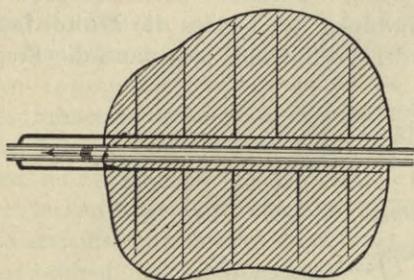


Abb. 14.

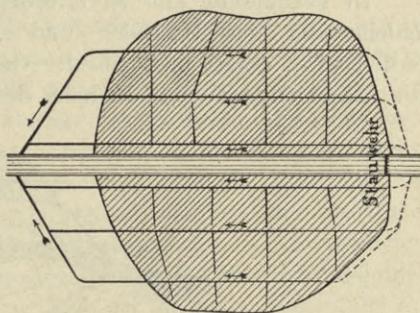


Abb. 15.

Hauptkanäle in die einzelnen Stadtteile geführt und dort allmählich in Nebenkäule bis in die äußersten Enden verzweigt (Abb. 16). Sind Wasserscheiden im Stadtgebiet vorhanden, so ergeben sich dadurch natürliche Sammelbezirke, von denen jeder durch ein fächerartiges Rohrnetz entwässert wird, welches im tiefsten Punkte des Bezirkes seine Mündungsstelle erhält.

Diese verschiedenen Systeme können auch noch weiter ausgebildet werden und ebenso auch bei Entwässerung einer größeren Stadt nebeneinander zur Anwendung gelangen. Bei Vorhandensein verschiedener Bezirke ist es vorteilhaft, die Sammler der einzelnen Gebiete untereinander zu verbinden, damit sie sich bei Sturzregen, der, wie ja erwähnt wurde, nie das ganze Gebiet, sondern nur einzelne Striche desselben befällt, gegenseitig unterstützen können, sowie auch aus dem Grunde, daß bei Ausbesserungen das Wasser des einen Bezirkes durch einen anderen Bezirk abgeführt werden kann.

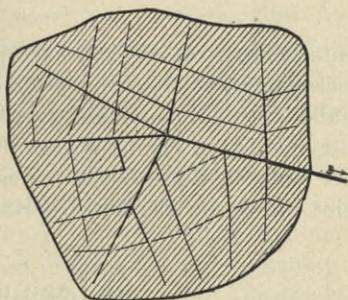


Abb. 16.

Widerholt wurde schon erwähnt, daß man sich mit dem Kanalgefälle nach dem vorhandenen Gelände richten sollte. Doch darf man dabei nicht so weit gehen, daß die Kanäle fremde Grundstücke durchschneiden. Man wird sie vielmehr in die öffentlichen Straßen und Plätze legen und hiervon nur in dringenden Fällen Ausnahmen machen, damit die Reinigung und Spülung sowie die bauliche Unterhaltung ohne Beschränkung erfolgen kann.

Die Sammler darf man nicht in zu enge oder zu verkehrsreiche Straßen legen, weil diese Kanäle wegen ihrer Größe breite Baugruben und daneben Platz zur Ablagerung des Bodens, der Aussteifungshölzer und der Baustoffe erfordern und auch eine längere Bauzeit beanspruchen. Eisenbahnen, Schifffahrtskanäle, öffentliche Anlagen, Bahnhöfe, Übungsplätze und dgl. zwingen gleichfalls oft dazu, von

der natürlichen Entwässerungsrichtung abzuweichen. Das gleiche tun Erwägungen über Abkürzung des Wasserweges, Erlangung eines besseren Gefälles, Verbindung zweier durch einen Bodenrücken oder durch einen Wasserlauf getrennter Sammelgebiete, sowie Erwägungen über rechtzeitige Entlastung durch Notauslässe. In solchen Fällen wird man Düker und unter Umständen auch Heberanlagen schaffen, wenn man dadurch eine Verbesserung der Anlage, eine Herabminderung der Gesamtkosten oder eine Vereinfachung des Betriebes erzielen kann.

In Verbindung mit der erforderlichen Entwässerungstiefe und dem nötigen Sohlgefälle der Sammler und Hauptkanäle, worüber noch gesprochen werden wird, erhält man aus der Gesamtanordnung des Netzes die Höhenlage der Mündungsstelle. Je nach der Höhe der Vorflut läßt sich dann die Frage

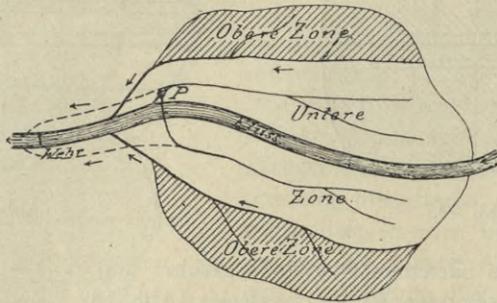


Abb. 17.

entscheiden, ob die künstliche Hebung des Kanalwassers für das ganze Entwässerungsgebiet oder nur für einen Teil desselben erforderlich wird. Im letzteren Falle teilt man das Gebiet zweckmäßig in zwei Höhenzonen, von denen die höherliegende (Abb. 17) ihr Wasser mit natürlichem Gefälle abführt, während das Wasser der unteren Zone durch einen Düker zusammengeführt und gehoben wird; P gibt die Stelle des Pumpwerkes in der Abbildung an.

### b) Lage der Kanäle in den Straßen.

Über die Lage der Kanäle in den Straßen ist schon im ersten Teile des Städtischen Tiefbaues, dem „Städtischen Straßenbau“, eingehend gesprochen, so daß wir uns hier kurz fassen können. Neben den Entwässerungsleitungen kommen bekanntlich noch andere Leitungen, namentlich Wasser- und Gasleitung in Betracht. Die Abzugskanäle müssen von diesen Leitungen in genügenden Abständen untergebracht werden, was namentlich in den engen Straßen der Altstadt oft nicht leicht ist und großer Sorgfalt bedarf. Ein Abstand von 2 bis 3 m ist erwünscht, damit nicht bei Herstellung der Baugrube durch Nachgeben des Bodens die Verbindungsstellen jener Leitungen gelockert oder diese selbst gar gebrochen werden. Man muß deshalb oft nach Herstellung des Entwässerungskanales die Gas- und Wasserleitung teilweise umlegen.

In breiteren Straßen ordnet man zweckmäßig zwei Leitungsstränge an, weil man dadurch die Länge der Hausanschlüsse vermindert und für diese gleichzeitig ein besseres Gefälle erzielt. Der Kanal darf aber, wenn er unter dem Bürgersteige angeordnet wird, nicht zu nahe an die Vordermauer der Gebäude heranrücken,

damit diese sich nicht setzen kann. Meist wird es aber mit Rücksicht auf den Fußgängerverkehr besser sein, den Kanal an den der Bordkante benachbarten Teil der Fahrbahn zu legen. Die Anordnung ist zwar teuer, zumal auch der Vorteil kurzer Hausleitungen dabei wieder in Fortfall kommt, empfiehlt sich aber trotzdem für belebte Straßen größerer Städte, namentlich wenn auch die anderen Leitungen doppelt angeordnet werden. Diese werden dann unter den Bürgersteig gelegt.

In neuen Straßen von mäßiger Breite ordnet man den Kanal zweckmäßig in der Mitte der Fahrbahn an.

Die Vereinigung des Abwassers erfolgt, wie schon gesagt wurde, an einem Punkte. Dieser liegt zweckmäßig außerhalb der städtischen Bebauung in der Nähe eines Wasserlaufes und wird durch einen Sammelbrunnen, den sogen. Sandfang, gebildet. Hier werden die größten Sinkstoffe und schwimmende Stoffe zurückgehalten, bevor das Abwasser in die Pumpen, welche meistens erforderlich sind, und in die Reinigungsanlage gelangt. Vom Sammelbrunnen zweigt nach dem Wasserlaufe ein Hauptnotauslaß ab, welcher dazu dient, bei starken Regenfällen das hinreichend vom Regenwasser verdünnte Abwasser dem Wasserlaufe unmittelbar zuzuführen. Man muß daher bei der Wahl der Sammelstelle darauf Rücksicht nehmen, daß selbst zur Zeit der stärksten Regenfälle der Notauslaß vom Sandfange nach dem Vorfluter noch ein genügend starkes Gefälle hat, aber auch gleichzeitig nicht zu lang wird. Auch muß die Sammelstelle hochwasserfrei liegen, damit nicht etwa Betriebsstörungen eintreten.

Weiter hat man auch bei der Wahl der Sammelstelle auf die Art der Abwasserreinigung Rücksicht zu nehmen. Erfolgt diese an Ort und Stelle, so muß ein allen Anforderungen entsprechendes Gelände ausgesucht werden, was wegen seiner Größe oft mehr Schwierigkeiten macht, als wenn die Reinigung des Abwassers an einer weiter entfernten Stelle vorgenommen wird, wohin es durch besondere Leitung zu führen ist. Wie bei allen technischen Anlagen überhaupt, ist natürlich auch hier Sorge zu tragen, daß eine spätere Erweiterung ohne Schwierigkeiten stattfinden kann.

Häufig werden bei der Zuleitung des Abwassers nach der Sammelstelle besondere Bauwerke, wie Düker oder Heber, ja selbst Gefälleleitungen in unterirdischem Stollenbau erforderlich. Letzteres kann in solchen Fällen eintreten, wo ein Höhenrücken entweder gar nicht, oder nur auf großem Umwege umgangen werden kann. Liegt das Entwässerungsgebiet sehr tief, so kann unter Umständen die Errichtung eines Zwischenpumpwerkes notwendig werden.

Auch an der Stelle, wo das Wasser in einen längeren Düker eintritt, läßt man nach dem unterdükerten Wasserlaufe einen Notauslaß abzweigen, damit man das Kanalwasser ableiten kann, falls der Düker verstopft ist, oder Ausbesserungen an ihm vorgenommen werden müssen.

Regenauslässe oder Notauslässe, welche später noch eingehend beschrieben werden, ordnet man überhaupt überall da bei größeren Kanälen an, wo bei starkem Regenwetter eine Entlastung des Kanalnetzes notwendig erscheint. Sie sind für die Querschnittsabmessungen und damit auch für die Kosten der Kanäle von der größten Bedeutung, wie wir später noch sehen werden. Denn die Querschnitte müßten nach unten zu immer größer werden, wollte man die gesamte Regenmenge im Kanale abführen, und man würde schließlich dabei zu derartig großen Abmessungen gelangen, daß die Ausführung eines solchen Kanals mitunter geradezu eine Unmöglichkeit würde. Allerdings gelangen durch die Notauslässe Schmutzstoffe in die Wasserläufe, doch sind diese alsdann durch das Regenwasser derartig

verdünnt, daß in gesundheitlicher Beziehung keine Bedenken mehr entstehen. Sie werden namentlich da angeordnet, wo größere Zuflüsse von der Seite kommen, wo man die Vorflut auf kurzem Wege erreichen kann, wo alte, zur Ableitung von Schmutzwasser untaugliche Leitungen dazu benutzt werden können, und wo ein Rückstau der Vorflut in das Kanalnetz zur Zeit der stärksten Regenfälle, also im Sommer, nicht zu befürchten ist. In denjenigen Jahreszeiten, wo nur verhältnismäßig schwache Niederschläge auftreten, schließt man das Kanalnetz gegen Hochwasser ab. Beim Trennsystem führt man also das keinerlei Schmutzstoffe führende Regenwasser an möglichst vielen Punkten in den Fluß, wodurch man zu kleinen Querschnitten gelangt, und worin ein nicht zu unterschätzender Vorteil dieses Systems besteht. Die Einmündung dieser Regenwasserkanäle und die der Notauslässe in die Vorflut erfolgt möglichst unter einem spitzen Winkel zur Stromrichtung, und zwar von dieser abgekehrt (Abb. 18).

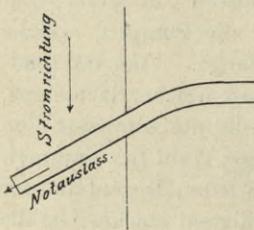


Abb. 18.

Zur vollständigen Reinhaltung der Kanäle sind regelmäßige Spülungen nicht zu entbehren. Man soll daher von vornherein auf die Benutzung geeigneter Bezugsquellen für Spülwasser Bedacht nehmen und in diesem Falle das Kanalnetz in bestimmte Spülgebiete teilen, von deren oberen Enden aus das Spülwasser in die Kanäle eintritt. Zu diesem Zwecke bringt man etwa vorhandene hochliegende Gewässer, wie Teiche, Bäche, Quellen in der Nähe der Stadt, oder gestautes Flußwasser durch kurze, für gewöhnlich durch Schieber abgeschlossene Stichleitungen mit dem Kanalnetz in Verbindung, oder man benutzt Flutwasser, welches in die Kanäle eingelassen oder in Behältern zurückgehalten wird. Bei Bächen und Quellen muß man vorsichtig sein, da diese im Sommer oft wasserarm sind. Mitunter ist es auch angezeigt, das Spülwasser bis zu ausreichender Höhe in einen Behälter aufzupumpen und von diesem aus an die Kanäle durch Spülleitungen abzugeben. Auch Grundwasser wird in manchen Städten (z. B. Stuttgart) im oberen Teile des Entwässerungsgebietes angesammelt und zur Spülung benutzt.

Was die Menge des erforderlichen Spülwassers anbelangt, so können die Berliner Verhältnisse als Grundlage dienen, wo etwas über 2 l für Kopf und Tag zum Spülen der Kanäle und 0,3 l zum Spülen der Rinnsteine verwendet werden. Beim Trennsystem sieht man zweckmäßig Verbindungen der Schmutzwasserkanäle mit den in der Regel höher liegenden Regenwasserkanälen vor, um bei Regenfällen die ersteren ohne besondere Kosten spülen zu können.

Was die Ausbildung der Leitungsenden (an ihren höchsten Punkten also) anbelangt, so sollen diese mit den Leitungen der anderen Straßen in Verbindung stehen also nicht tot endigen. Das soll auch dann der Fall sein, wenn die anderen Leitungen oder eine derselben zu einem anderen Entwässerungsgebiete gehört. Man bezweckt dadurch eine gegenseitige Unterstützung, also einen Ausgleich der Wassermengen zwischen den einzelnen Leitungen und Entwässerungsgebieten bei Strichregen und eine gute Durchlüftung der Leitungen, namentlich aber eine Ersparnis an Einsteigeschächten, welche, wie wir noch sehen werden, zur Prüfung der Leitungen dienen. Wo sich dieses in den noch nicht ausgebauten Außenbezirken noch nicht durchführen läßt, hat man wenigstens bei Anlage eines Endschachtes auf die spätere Verbindung Rücksicht zu nehmen.

Man bezweckt dadurch eine gegenseitige Unterstützung, also einen Ausgleich der Wassermengen zwischen den einzelnen Leitungen und Entwässerungsgebieten bei Strichregen und eine gute Durchlüftung der Leitungen, namentlich aber eine Ersparnis an Einsteigeschächten, welche, wie wir noch sehen werden, zur Prüfung der Leitungen dienen. Wo sich dieses in den noch nicht ausgebauten Außenbezirken noch nicht durchführen läßt, hat man wenigstens bei Anlage eines Endschachtes auf die spätere Verbindung Rücksicht zu nehmen.

Man bezweckt dadurch eine gegenseitige Unterstützung, also einen Ausgleich der Wassermengen zwischen den einzelnen Leitungen und Entwässerungsgebieten bei Strichregen und eine gute Durchlüftung der Leitungen, namentlich aber eine Ersparnis an Einsteigeschächten, welche, wie wir noch sehen werden, zur Prüfung der Leitungen dienen. Wo sich dieses in den noch nicht ausgebauten Außenbezirken noch nicht durchführen läßt, hat man wenigstens bei Anlage eines Endschachtes auf die spätere Verbindung Rücksicht zu nehmen.

### c) Tiefenlage der Kanäle.

Bei der Bestimmung der Tiefenlage der Kanalsohle unter der Straßenoberfläche sind vor allem 2 Faktoren maßgebend: die Leitung muß frostfrei liegen und ferner auch die tiefstliegenden Räume, also in der Regel die Keller oder Waschküchen, entwässern können. Meistens wird dabei verlangt, daß die Kellersohlen nach Ausführung der Kanalisation mit Sicherheit entwässert werden, wobei die Leitungen etwa 0,30 bis 0,50 m unter der Kellersohle liegen. Jedenfalls muß die Kellersohle über dem höchsten Kanalspiegel liegen, wenn auch unreine Abwässer von ihr abgeführt werden sollen. Treten aber nur zuweilen Schädigungen durch zu hohes Grundwasser ein, so genügt es, wenn die für den Kanalbau ohnedies erforderlichen Drainleitungen 0,3 bis 0,5 m unter der Kellersohle liegen. Im allgemeinen genügt eine Tiefenlage des Kanalquerschnitts von 2 bis 3 m unter Geländeoberfläche zur Entwässerung der Keller.

Doch läßt sich eine solche Tiefenlage nicht überall erzielen. Mitunter liegt das Entwässerungsgebiet so wagerecht, daß man einen Teil der Kanäle flacher legen muß, um das nötige Sohlengefälle bis zur Mündungsstelle zu erhalten. Auch die Bodenbeschaffenheit, z. B. das Vorhandensein von Fels oder das Auftreten von Triebssand, können eine solche Tiefenlage verbieten. Die Anordnung eines Pumpwerkes kann dann häufig nicht umgangen werden.

Aber es kommt auch vor, daß die genannte Tiefenlage der Kanäle in unebenem Gelände nicht ausreicht. Fällt nämlich ein Grundstück, wie in Abb. 19

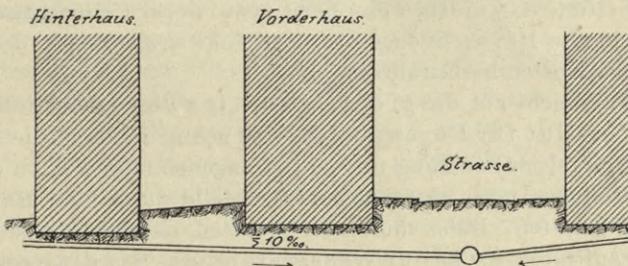


Abb. 19.

von der Straße zu nach hinten ab, wie es an der Talseite von Bergstraßen häufig vorkommt, so kann man die hintersten Teile des Grundstückes nur durch einen entsprechend tiefen Austritt der Anschlußleitung an der Straße erzielen, und sind die Grundstücke sehr tief, so findet infolge der großen Länge der Anschlußleitungen auch ein entsprechender Mehrverbrauch an Gefälle von den hinteren Teilen des Grundstückes bis zur Einmündung in den Straßenkanal statt. Läßt sich in solchen Fällen eine ausreichende Tiefenlage des letzteren nicht erreichen, so müssen die zu tief liegenden Ausgußstellen der Hintergebäude höher gelegt werden, oder es ist für das Brauchwasser eine Sammelstelle einzurichten, von der aus die Hebung in den Straßenkanal erfolgt. Diese Sammelstelle nimmt dann auch das Regenwasser von denjenigen Stellen des Hofes auf, welche in den Straßenkanal nicht entwässern können, während das Dachwasser diesem durch eine genügend hochgelegte Leitung zugeführt wird.

Die Regenwasserleitungen des Trennsystems dürfen höher gelegt werden, da sie bekanntlich nur Oberflächenwasser abzuführen haben. Damit aber bei der Kreuzung mit Wasserleitungen keine Schwierigkeiten entstehen, so legt man sie zweckmäßig mindestens 1,80 m unter Straßenkrone, da die Wasserleitungen 1,0 bis 1,80 m tief liegen. Besonders soll man Tonrohre unter dem Fahrdamm nicht höher legen, damit diese durch die Erschütterungen des Fuhrwerksverkehrs nicht zerdrückt werden.

Die Regenwasserleitungen der Grundstücke brauchen im allgemeinen nicht tiefer als 1,0 m gelegt zu werden, da sie alsdann vor Frost geschützt sind. Liegen aber auch sie so, daß schwerer Fuhrwerksverkehr über sie hinweggeht, wie in Höfen und Einfahrten, so müssen sie gleichfalls tiefer gelegt oder aus Gußeisen hergestellt werden.

Wie schon wiederholt gesagt wurde, soll das Gefälle der Kanäle mit dem der Straßen im allgemeinen möglichst gleichlaufen, weil dabei die geringsten Erdarbeiten entstehen. Je geringer aber das Gefälle der Straßen ist, um so kleiner wird bei Befolgung des genannten Grundsatzes natürlich auch die Geschwindigkeit im Kanale und umso größer daher auch dessen erforderlicher Querschnitt, was man aus der Gleichung  $Q = F \cdot v$ , da  $Q$  natürlich gleichbleibend ist, leicht erkennen kann. Natürlich werden dabei auch die Kosten entsprechend höher. Um diesen Nachteil zu vermeiden, wähle man daher in solchen Fällen das Gefälle der Leitungen nicht gleichlaufend zum Straßengefälle, sondern stärker als letzteres. Die Tiefe der Leitungen unter der Straßenkrone wird dann natürlich mit wachsender Länge in der Richtung des Gefalles immer größer, die Erdarbeiten nehmen damit zu, oft jedoch nicht in dem Maße, wie größere Kanalquerschnitte sie erfordern würden, wenn nicht etwa hoher Grundwasserstand sowie schlecht fundierte alte Häuser in engen Straßen Schwierigkeiten in der Bauausführung und zu hohe Kosten herbeiführen.

Besondere Rücksicht auf die größte zulässige Tiefe der Straßenkanäle hat man wegen der Vorflut für Regenauslässe zu nehmen. Es wurde schon gesagt, daß der Wasserspiegel im Sandfang nur so tief angenommen werden darf, daß die stärksten Niederschläge noch ein genügendes Gefälle durch den Hauptnotauslaß nach der Vorflut erhalten. Dabei muß man beachten, daß die stärksten Regenfälle nur im Sommer auftreten, so daß der Wasserstand des Sandfanges jedenfalls über dem höchsten Sommerwasserstande des Vorfluters liegen muß; am besten liegt er sogar über dem überhaupt höchsten Wasserstande des letzteren, wenn sich dies ohne besondere Schwierigkeiten durchführen läßt, damit man jederzeit bei etwa eintretenden Betriebsstörungen in der Reinigungsanlage oder in deren Zuleitung das Abwasser der Vorflut zuführen kann. Eine solche Höhenlage des Wasserspiegels im Sandfange ist namentlich dann zweckmäßig, wenn dadurch eine künstliche Hebung des Abwassers zur Reinigungsanlage fortfällt und das gereinigte Abwasser zur Vorflut frei abfließen kann. Läßt sich jedoch der Wasserspiegel im Sandfange nicht über den allgemein höchsten Wasserstand des Vorfluters legen, so ist in der Regel noch ein Notdruckrohr anzuordnen, durch welches bei Betriebsstörungen das Abwasser unmittelbar in den Vorfluter gepumpt wird. Dieses Rohr wird nur dann entbehrlich, wenn der bei geöffnetem Notauslaß eintretende Rückstau in dem Kanale nur so groß ist, daß er zu keiner Überschwemmung der Keller führen kann. Falls das Abwasser unbedingt zur Reinigungsanlage gepumpt werden muß, wird man den Wasserspiegel des Sandfanges möglichst wenig tief unter das Gelände legen, um an Förderhöhe und damit an Pumpkosten zu sparen.

Nach den vorhandenen Wasserläufen hat man sich mit der Tiefenlage der Kanäle insofern zu richten, als man Tiefenlagen vermeiden wird, welche eine Entlastung der Kanäle bei starken Regenfällen zur Zeit des Sommerhochwassers unmöglich machen würden. Man wird die Tiefenlage der Leitungen also so beschränken, daß nach dem Sommerhochwasserspiegel der Wasserläufe noch ein genügendes Gefälle für die Notauslässe vorhanden ist, wodurch gleichzeitig der Rückstau dieses Hochwassers nach dem Kanalnetz ausgeschlossen ist. Winter- und Frühjahrshochwasser sind bekanntlich höher, so daß hierdurch ein Rückstau des Wassers der offenen Wasserläufe im Kanalnetz eintreten kann. Gegen diesen schützt man sich dadurch, daß man die Überfallschwelle der Regen- und Notauslässe entweder künstlich erhöht, was durch Dammbalken geschehen kann und später noch eingehender behandelt wird, oder daß man die Notauslässe gegen die offenen Wasserläufe vollständig abschließt und alsdann die während dieser Zeit auftretenden Niederschläge zum größten Teile oder ganz mit dem Schmutzwasser zusammen nach der Sammelstelle leitet, was nicht schwer ins Gewicht fällt, da die Niederschläge dieser Zeit verhältnismäßig gering sind.

Die Tiefenlage der Notauslässe richtet sich im wesentlichen nach der Höhe des Wasserspiegels im Kanale am Regenüberfall und dem Wasserstande des Vorfluters an der Mündungsstelle des Notauslasses.

Der Wasserspiegel des Notauslasses ist, wenn irgend möglich tiefer als die Überfallsschwelle anzunehmen, so daß ein vollkommener Überfall gebildet wird. Jedenfalls muß er tiefer liegen als der Spiegel der zu entlastenden Leitung. Die Wirkung des Notauslasses ist dann diejenige eines Überfallwehrs oder eines Grundwehrs. Läßt sich ein vollkommener Überfall herstellen, so braucht die Breite der Überfallsschwelle nicht so groß zu sein wie im zweiten Falle.

Aus dem bisher über die Notauslässe Gesagten geht hervor, daß ihre Wirkung im Sommer zur Geltung gelangt. Daraus folgt weiter, daß an der Mündung des Notauslasses dessen Wasserspiegel nicht unter dem Sommerhochwasser des Vorfluters liegen darf, weil sonst zur Zeit starker Regenfälle bei etwa gleichzeitig eintretendem Sommerhochwasser die Wirkungsweise des Notauslasses zum Teil aufgehoben würde. Auf der anderen Seite soll aber die Sohle des Notauslasses unter dem niedrigsten Wasserstande des Vorfluters einmünden, damit das Abwasser nie frei in den offenen Wasserlauf stürzt. Die entsprechenden Lösungen werden bei der Besprechung der Konstruktion der Notauslässe gegeben werden. Die Regenwasserleitungen des Trennsystems werden in gleicher Weise behandelt wie die Notauslässe.

Die Schmutzwasserleitungen des Trennsystems werden nach den Regeln für die Leitungen des Mischsystems verlegt; da hierbei aber die Entlastungsanlagen fortfallen, so ist der Wasserstand der Vorflut nur an der Sammelstelle für den Einlaß des gereinigten Wassers und bei Betriebsstörungen des ungereinigten Wassers in die Vorflut von Bedeutung.

#### **d) Gefälle und Abflußgeschwindigkeit der Kanäle.**

Zu unterscheiden ist das Sohlengefälle und das Wasserspiegelgefälle der Leitungen. Vom Sohlengefälle hängt die Abflußgeschwindigkeit bei niedrigen Wasserständen und damit die Fortbewegung der im Brauchwasser stets vorhandenen Sinkstoffe ab, so daß es für die Reinhaltung der Kanäle von großer Wichtigkeit

ist. Das Wasserspiegelgefälle aber, welches während der Sturzregen im Kanale vorhanden ist und nicht immer mit dem Sohlgefälle übereinstimmt, sondern oft geringer ist als dieses, ist maßgebend für die Querschnittsbestimmung der Kanäle.

Das Sohlgefälle soll so groß sein, daß die Geschwindigkeit des abzuführenden Wassers zur Fortbewegung der Sinkstoffe ausreicht, ein Absetzen von Schmutz und Schlamm in der Leitung also nicht zuläßt.

Wo regelmäßiger Spülbetrieb vorhanden ist, muß die Geschwindigkeit mindestens 0,4 m/Sek. und mindestens 0,6 m dann betragen, wenn die Kanäle sich selbst rein spülen sollen. Zur Fortführung der mitgeführten schwimmenden Gegenstände ist eine Schwimmtiefe von etwa 2 cm erforderlich, da sonst Ablagerungen und damit eine Verlangsamung der Bewegung eintreten. Daher müssen auch die oben genannten Geschwindigkeiten namentlich in den Endleitungen kleiner Kanäle, welche bei Trockenwetter wenig Wasser führen, vorhanden sein.

Auf der anderen Seite soll aber auch die Geschwindigkeit nicht mehr als 2, höchstens 3 m/Sek. betragen, weil sonst die Kanalwänden unter dem Angriffe des Wassers und der etwa mitgeführten Sinkstoffe (Sand, Steinsplitter und dergl.) leiden würden.

Über ein Gefälle von 1 : 20 ( $50\text{‰}$ ) geht man mit den eigentlichen Kanälen überhaupt nicht hinaus, damit die Wassertiefe bei Trockenwetter nicht zu gering wird, und keine Schmutzstoffe abgelagert werden. Ist das Straßengefälle stärker

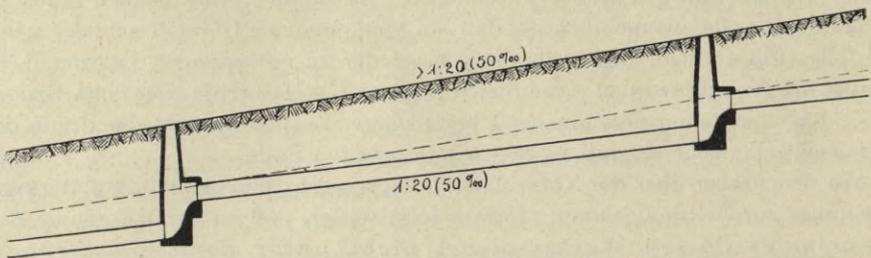


Abb. 20.

als 1 : 20, so verlegt man die Leitung mit diesem Größtgefälle und treppt, damit man mit der Leitung nicht zu hoch kommt (Abb. 20), diese an jedem Einsteigeschacht durch einen S-förmigen Absturz ab.

Als Erfahrungswerte können für mittlere Verhältnisse gelten:

Hausanschlüsse . . . . .	1 : 30 bis 1 : 50
Straßenkanäle bis 300 mm l. Weite . . . . .	1 : 30 „ 1 : 150
Straßenkanäle von 300 bis 600 mm . . . . .	1 : 50 „ 1 : 200
Nebensammler . . . . .	1 : 100 „ 1 : 300
Hauptsammler . . . . .	1 : 1000

Als Grenzwerte kann man annehmen:

Hausanschlüsse . . . . .	1 : 15 bis 1 : 100
Straßenkanäle bis 300 mm l. Weite . . . . .	1 : 20 „ 1 : 250
Straßenkanäle von 300 bis 600 mm . . . . .	1 : 20 „ 1 : 400
Nebensammler . . . . .	1 : 30 „ 1 : 1000
Hauptsammler . . . . .	1 : 100 „ 1 : 3000

Das Gefälle nimmt nach der Kanalöffnung hin ab, weil mit den Wassermenge auch die Geschwindigkeit wächst, das Gefälle also geringer werden

kann, und weil ferner die größeren Kanäle in den tiefen und flachen Straßen zu liegen pflegen. Doch muß der Übergang aus einem Gefälle in ein anderes sich sanft vollziehen, damit nicht etwa infolge plötzlicher Verminderung des Gefalles und damit auch der Geschwindigkeit Ablagerungen von Schmutzstoffen eintreten.

Die geringste Geschwindigkeit des Wassers in Dükern soll bei Trockenwetterabfluß 0,80 m/Sek. betragen, weil sich Ablagerungen, welche sich bei geringerer Geschwindigkeit bilden würden, in solchen Bauwerken nur unter Schwierigkeiten beseitigen lassen. Aus diesem Grunde müssen Düker auch im allgemeinen ein stärkeres Wasserspiegelgefälle erhalten als die an sie anschließenden Gefälleleitungen.

Bei großen Kanälen, welche ein Gefälle von etwa 1 : 30 haben, ist das Gehen auf der Sohle erschwert, weshalb man eine über Niedrigwasser liegende und nötigen falls mit Stufen ausgestattete Gangbahn anordnen muß.

Im allgemeinen liegt die Sohle einer langen Kanalstrecke in einer konkaven Linie, deren steilerer Teil in die obere Hälfte der Strecke fällt (Abb. 21). Soll in

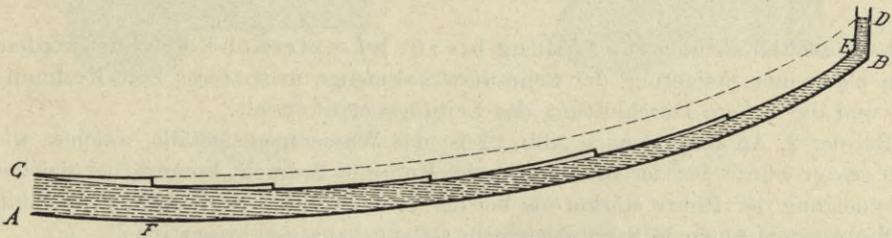


Abb. 21.

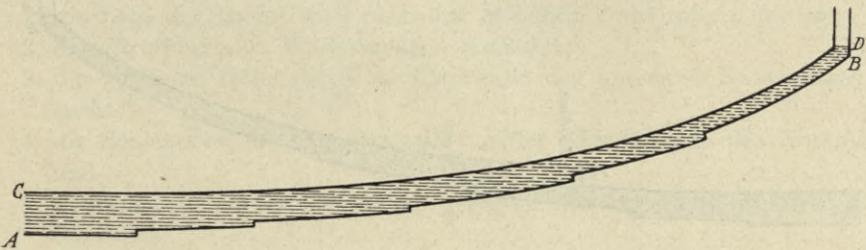


Abb. 22.

diesem Falle, der in Abb. 21 dargestellt ist, das Spiegelgefälle mit dem Sohlgefälle übereinstimmen und gleichzeitig der volle Kanalquerschnitt ausgenutzt werden, so zeigt die gestrichelte Linie in Abb. 21, daß der Kanal dann bei Sturzregen unter Überdruck steht. Soll dies nicht der Fall sein, so muß man entweder nach Abb. 21 das ermäßigte Spiegelgefälle C E in Rechnung setzen, bei dem aber die Kanäle nicht vollgefüllt sind, oder man muß die Anordnung nach Abb. 22 wählen bei welcher zwar das Sohlgefälle stärker wird, wodurch aber gleichzeitig ein Rückstau beschränkt und der Abfluß bei Niedrigwasser und Mittelwasser günstiger wird. Es entsteht auf diese Weise eine Abtreppe der Sohle, welche man so vornimmt, daß man die Gefällabsätze, wie es auch die Abb. 22 zeigt, an die Mündungsstellen der Nebenkanäle, also nach den Einsteigeschächten verlegt. Dadurch wird

auch der Ablagerungen hervorrufende Rückstau für Haupt- und Nebenkana1, wie er nach Abb. 23 eintreten würde, vermieden. Man kann den Rückstau im Nebenkana1 auch dadurch beseitigen, daß man nach Abb. 24 dessen Sohle höher legt; doch verliert dabei der Nebenkana1 an Sohlengefälle, während der Übelstand für den Hauptkana1 weiter fortbesteht.

Die Nichtausnutzung des vollen Kanalkuerschnittes kommt bei den Schmutzwasserleitungen des Trennsystems vor, welche häufig nur

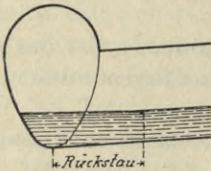


Abb. 23.

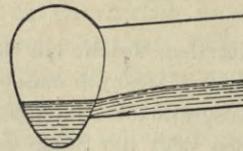


Abb. 24.

für halbe Füllung oder für Füllung bis zur Kämpferhöhe berechnet werden, wobei man einer Steigerung der Schmutzwassermenge in späterer Zeit Rechnung trägt und die sichere Durchlüftung des Leitungsnetzes erzielt.

Bei der 2. Anordnung nach Abb. 22 ist das Wasserspiegelgefälle, welches, wie schon gesagt wurde, bei der Berechnung der Rohre in Betracht kommt, bei gleicher Sohlenneigung der Rohre stärker als bei der 1. Anordnung nach Abb. 21, so daß also die zweite Lösung in flach gelegnem Gelände ausgeschlossen ist.

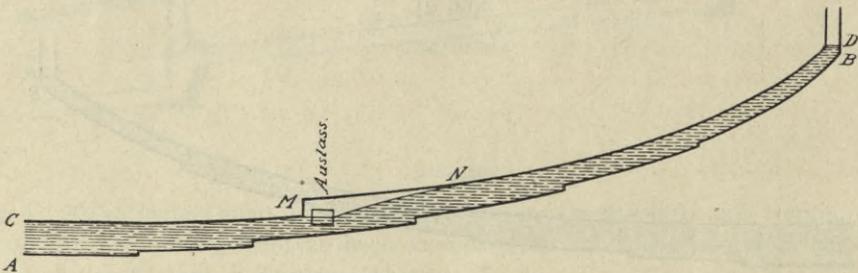


Abb. 25.

Die Anordnung eines Notauslasses führt in der oberhalb liegenden Kanalstrecke zu einer Senkung des Wasserspiegels bei Sturzregen und damit einer Verstärkung des Wasserspiegelgefälles (Abb. 25). Diese Senkung erstreckt sich naturgemäß auch auf die Nebenkana1e, welche oberhalb des Notauslasses bis zu dem Punkte, wo die Senkung aufhört, einmünden. Da die Verstärkung des Spiegelgefälles auch zu einer Vergrößerung der Geschwindigkeit führt, so wirkt der Notauslaß also auch in diesem Sinne günstig, da er eine spülende Wirkung hervorruft.

Mündet ein Nebenkana1 AB nach Art der Abb. 26 in einen Sammler A ein, so entsteht bei Sturzregen sehr häufig ein Rückstau, und der Nebenkana1 kommt unter Überdruck, wie er in der Abbildung durch die gestrichelte Linie dargestellt ist. Wollte man dies durch Höherlegung des unteren Endes zu vermeiden suchen, so müßte das Sohlengefälle des Nebenkana1s und der in diesen einmündenden Seitenkana1e und der Anschlußleitungen darunter leiden. Man muß daher eine andere

Lösung suchen, die entweder darin besteht, daß man den Sammler tiefer legt (Abb. 27) oder eine breite Querschnittsform wählt (Abb. 28), welche eine Senkung des Hochwasserspiegels im Sammler zur Folge hat.

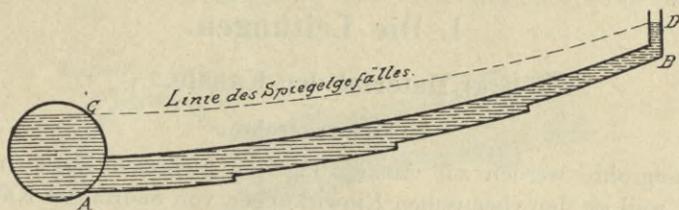


Abb. 26.

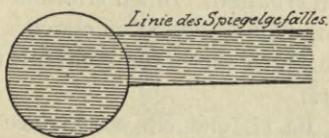


Abb. 27.



Abb. 28.

Aus allen diesen Erörterungen geht hervor, daß man beim Entwurfe eines Kanalnetzes zweckmäßig so verfährt, daß man

1. die Lage der Hauptlinien nach den örtlichen Verhältnissen festlegt;
2. die abzuführenden Wassermengen ermittelt;
3. die zulässige Höhe der Überfallschwelle des untersten Notauslasses aufsucht;
4. die Sohlenhöhe des Hauptkanales an der Abzweigstelle des Notauslasses und
5. das Sohlgefälle für die oberhalb gelegene Strecke des Hauptkanales daraus ermittelt.

Die Abzugskanäle führen nur in Ausnahmefällen auf einer längeren Strecke gleichbleibende Wassermengen ab, da in der Regel eine allmähliche Zunahme durch die seitlich einmündenden Zweigleitungen stattfindet, was fast stets zu einer Verminderung des Spiegelgefälles führt. Auch treten Widerstände auf, die eine weitere Verminderung des Spiegelgefälles hervorrufen, wenn der Kanal kleiner ist als der des durchflossenen Einsteigeschachtes. Doch würde es zu umständlich sein, sie für jede Leitungsstrecke zu ermitteln. Man führt daher, um diesen Umständen Rechnung zu tragen, einen Geschwindigkeitsbeiwert  $c$  ein, von welchem bei der Berechnung noch die Rede sein wird.

## D. Einzelheiten des Kanalnetzes.

### I. Die Leitungen.

#### a) Material der Kanäle.

##### 1. Steinzeugrohre.

Steinzeugrohre werden zur Ausführung von kleineren Kanälen am meisten verwendet, weil sie den chemischen Einwirkungen von Säuren im Kanalwasser am besten widerstehen. Zudem eignen sie sich wegen ihrer großen Glätte für Schmutzwasserkanäle ganz besonders.

Sie müssen scharf gebrannt werden, weil sie dadurch große Festigkeit, Dichtigkeit und fast unbegrenzten Widerstand gegen Säuren erhalten. Innen erhalten sie eine Glasur, die man am besten durch Einstreuen von Salz in den Ofen erzielt. An der Glasur kann man auch erkennen, ob das Rohr bis zur Sinterung gebrannt ist, was sein muß, aber nicht überschritten werden darf.

Das Profil ist fast immer kreisförmig, da ei- und ellipsenförmige Profile sich beim Brennen leicht verziehen, dieses also mit großer Sorgfalt erfolgen muß.

Die Güte des Rohres erkennt man durch Anschlagen; gute Rohre geben dabei einen hellen Klang. Die Rohre dürfen auch nicht spröde sein, sondern müssen eine gewisse Elastizität besitzen, um Stößen zu widerstehen, welche bei der Versendung, sowie beim Zustampfen der Baugrube auftreten können.

Die Größe der Rohre ist beschränkt. Man kann Tonrohre etwa nur bis zu 50 cm Durchmesser verwenden, da weitere Rohre gegen den Erddruck nicht mehr widerstandsfähig genug sind. Die Baulängen sind 0,50, 0,60, 0,75 und 1,00 m; Rohre mit Abzweig sind 0,60 und 0,75 m lang. Die Wandstärke beträgt annähernd

$$\delta = \left( \frac{d}{20} + 1 \right) \text{ cm,}$$

worin  $d$  die lichte Weite des Rohres bedeutet.

Zur Verbindung der einzelnen Rohre dienen 6 bis 7 cm tiefe Muffen, welche etwa 4 cm weiter als der äußere Rohrdurchmesser sind. Die Muffen haben innen, die Schwanzenden der Rohre außen Rillen. Die Dichtung erfolgt mit einem geteerten Hanfstrick und Asphaltkitt, wie Abb. 29 zeigt und später noch näher beschrieben wird.

##### 2. Eiserne Rohre.

Gußeiserne Rohre werden nur für Druckleitungen und in kleinen Abmessungen für die Grundstücksentwässerung (im Innern der Gebäude) sowie für die über der Erde liegenden Anschlüsse der Regenrohre verwendet. Zum Schutz gegen Rosten werden sie innen und außen mit Asphalt überzogen; die mitunter vorkommenden Farbenanstriche schützen weniger. Zur Herstellung des Asphaltüberzuges werden die rostfreien, auf 150 bis 200° C erhitzten Rohre gleich nach dem Gusse in eine kochende, mit etwas Leinöl versetzte Asphaltmasse eingetaucht.

Die Verbindung erfolgt gewöhnlich durch Muffen mit Hanf- und Bleidichtung, wie das im II. Teile des Städtischen Tiefbaues, der Wasserversorgung, angegeben und gezeichnet ist. Im Wasser ist jedoch die zum Bleiverguß nötige Trockenheit der Muffen schwer zu erzielen, so daß man dort lieber Flanschrohre

mit dazwischen gelegten geölten Pappscheiben oder Gummiringen verwendet.

Schmiedeeiserne Rohre, geschweißt, werden für Druckleitungen verwendet welche besonderer Beschädigungsgefahr oder Belastung ausgesetzt sind, also zu

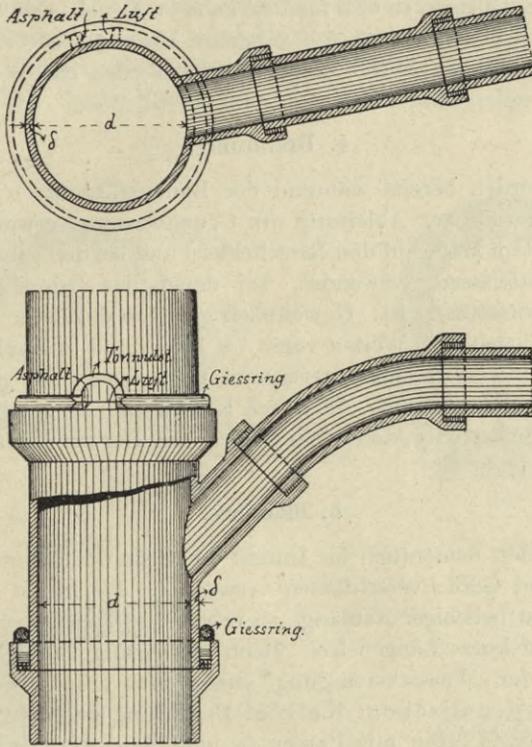


Abb. 29.

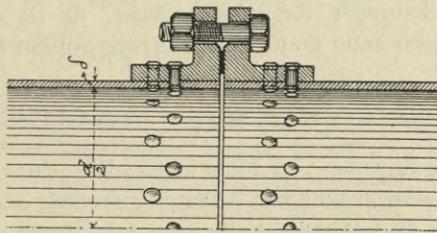


Abb. 30.

Dükern, freiliegenden Leitungen auf Brücken, Leitungen unter Eisenbahnen. Sie werden durch Flansche miteinander verbunden, wie dies Abb. 30 zeigt.

### 3. Asphaltrohre.

Asphaltrohre sind teurer als Rohre aus Steinzeug und Beton, aber billiger als eiserne, vor denen sie den Vorzug haben, daß sie vom Kanalwasser und den meisten Chemikalien nicht angegriffen werden. Auch ertragen sie einen ziemlich hohen inneren und äußeren Druck, so daß man sie auch zu Druck- und Spülleitungen verwenden kann. Sie bilden aber keine gangbare Handelsware, erfordern zur Herstellung der Verbindungen geübte Arbeiter und werden daher selten verwendet.

### 4. Drainrohre.

Drainrohre werden bereits während der Bauausführung wie auch nach der Herstellung der Kanäle zur Ableitung des Grundwassers verwendet und werden auch in ausgedehntem Maße auf den Rieselfeldern und bei den sonstigen Reinigungsarbeiten des Kanalwassers verwendet, bei denen das Durchsickern durch eine Bodenschicht Voraussetzung ist. Gewöhnlich genügen dafür die bekannten Drainrohre aus gutem Ziegeltön in Weiten von 4 bis 15 cm und in Baulängen von 30 cm. Bei größeren Grundwassermengen verwendet man jedoch die gewöhnlichen Tonrohre, welche mit offenen Muffen, die durch Kiesumhüllung geschützt werden, verlegt werden, oder Sickerrohre, deren Mantel Schlitz- oder runde Öffnungen hat.

### 5. Bleirohre.

Bleirohre werden namentlich im Innern der Grundstücke zu Abflußleitungen, Überlaufrohren und Geruchverschlüssen verwendet. Sie lassen sich leicht biegen und sind in nahezu beliebiger Baulänge zu erhalten, ändern aber leicht ihre Form und tragen nur auf kurze Längen frei. Beim Durchgang durch Mauerwerk dürfen sie, wie bereits in der „Wasserversorgung“ ausgeführt wurde, nicht mit Zementmörtel oder hydraulischem Kalk in Berührung gebracht werden, sondern sind alsdann am einfachsten mit Papier zu umhüllen, wenn man sie vor völliger Zerstörung schützen will.

### 6. Rohre aus Zinkblech.

Derartige Rohre werden vorzugsweise zur Abführung des Regenwassers verwendet, selten zu Falleitungen für Brauchwasser, da sie dafür eine zu geringe Stärke besitzen. Dagegen kann man sie zu Lüftungsrohren benutzen.

### 7. Holz.

Holz wird zur Ausführung von Mündungsstellen unter Wasser, zu Hochwasser- und Spülverschlüssen und zur Ableitung saurerer oder stark alkalihaltiger Fabrikwässer benutzt. In letzterem Falle erfolgt mitunter noch eine Auskleidung mit Bleiplatten.

### 8. Rohre aus Kupfer und Messing.

Derartige Rohre kommen fast nur in Verbindung mit Gebrauchsgegenständen wie Badewannen, Waschbecken und dergl. vor.

Größere oder große Kanäle stellt man aus Mauerwerk oder Zementbeton her.

### 9. Kanäle aus Mauerwerk.

**Bruchsteine** finden in Deutschland nur selten Verwendung (Abb. 31), vielfach dagegen in Frankreich und Italien (Abb. 32, Kanalisation in Neapel).

Auch **Werksteine** werden gleichfalls zur Herstellung ganzer Kanäle nur noch sehr selten verwendet. Abb. 33 zeigt einen aus Elbsandstein hergestellten Dresdener Kanal, der zur Erzielung von Undurchlässigkeit bis zum Kämpfer Zementputz erhalten hat. Bei kleineren Kanälen stellte man dort das Deckengewölbe aus Ziegelsteinen her (Abb. 34). Solche Kanäle sind teuer, ohne praktischer zu sein als andere.

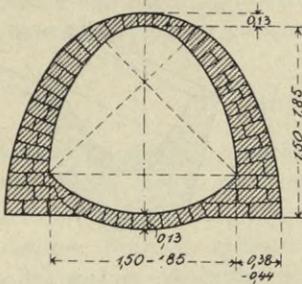


Abb. 31.

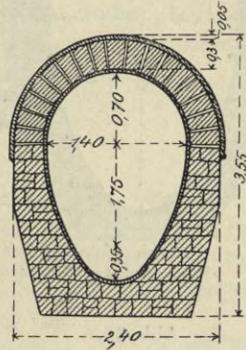


Abb. 32.

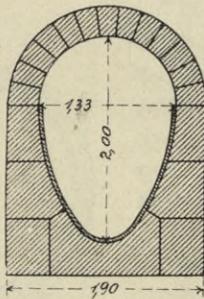


Abb. 33.

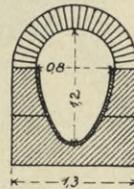


Abb. 34.

Jedoch werden gute Werksteine vielfach zur Herstellung einzelner Teile, welche besonders starker Abnutzung ausgesetzt sind, benutzt, z. B. für Sohlen größerer Kanäle und Einsteigeschächte (Granit, Basaltlava, Gneis); ferner neue Werksteine zur Abdeckung von Einläufen und Schächten, zu Stufen, Einfassungen von Spültüren und Schiebern und dergl. mehr.

Gewöhnlich werden begehbare Kanäle aus Klinkermauerwerk in Zementmörtel (1 : 3) hergestellt. Sie müssen vor allem wasserundurchlässig sein und zum ungehinderten Abfluß platte Wandungen besitzen. Die Herstellung des Mauerwerkes muß daher auf das sorgfältigste mit vollen Fugen nach Lehrbogen und Schnur erfolgen; innen ist es mit Zementmörtel (1 : 1) platt zu fugen, außen mit einem 2 cm starken Rappputz zu versehen.

Die gewölbten Teile eines Kanals werden am besten aus Formsteinen hergestellt, doch kann man bei größeren Querschnitten (etwa von 0,5 m ab) auch gewöhnliche Ziegel, die billiger und stets zu haben sind, verwenden, muß aber dafür mehr Mörtel gebrauchen, was aber durch die billigeren Steine mehr als aufgewogen

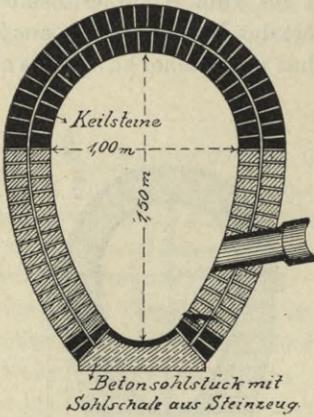


Abb. 35.

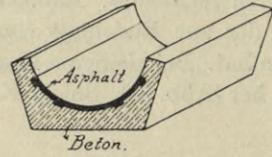


Abb. 36.

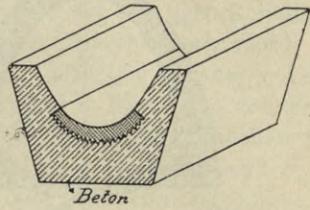


Abb. 37.

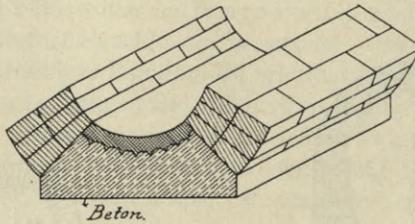


Abb. 38.

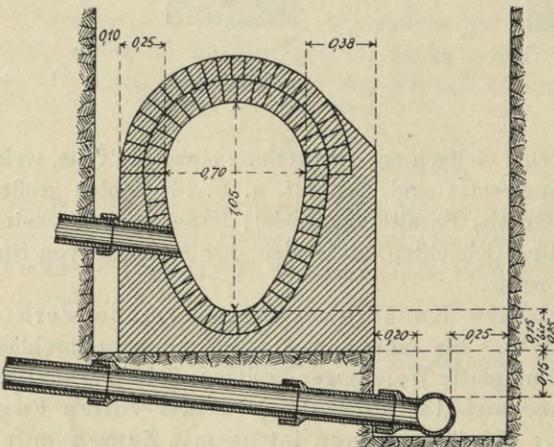


Abb. 39.

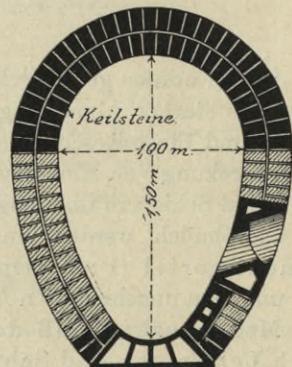


Abb. 40.

wird. Die Steine müssen gut gebrannt sein, ebene Flächen und volle Kanten haben; Abweichungen von den vorgeschriebenen Maßen sind nur bis zu  $\frac{1}{40}$  zulässig. Keilsteine werden gewöhnlich in mehreren Sorten von stärkerer und schwächerer Form für die verschiedenen Krümmungshalbmesser der Laibungen verwendet. Entsprechende Abbildungen findet man bei den Abbildungen für die Querschnittsformen (Abb. 35 und 40).

Die Sohle gemauerter Kanäle wird zweckmäßig aus glasiertem Steinzeug, welches besonderen Schutz gegen Angriffe von Säuren des Schmutzwassers und von Geschiebe mit schleifender Wirkung (Sand usw.) gewährt und zur Erhöhung der Geschwindigkeit des Schmutzwassers beiträgt, hergestellt (Abb. 35 bis 38).

Meistens müssen die Kanäle durch eine Hintermauerung beim Aufmauern gestützt werden (Abb. 39). Nur in festem, gut stehendem Boden (z. B. Lehmboden) kann man die Wandungen unmittelbar gegen die Erde mauern; diese ist alsdann dem Kanalquerschnitt genau entsprechend auszuheben (Abb. 40).

### 10. Betonkanäle.

Betonkanäle haben in den beiden letzten Jahrzehnten viele Verbreitung gefunden. Die Kanäle werden nur aus Stampfbeton hergestellt, weil dieser widerstandsfähiger und dichter ist. Kleinere und mittlere Kanäle stellt man in der Fabrik mit Hilfe eiserner Formen, größere in der Baugrube her. Die Besprechung der letzteren soll bei dem Abschnitt über Ausführung der Kanäle erfolgen und hier nur die Herstellung der kleineren und mittleren, die zur Baustelle in fertigen Stücken angeliefert werden, erläutert werden.

Die kleineren Kanäle (bis etwa 1,0 m Weite) werden aus fertigen Rohren (Abb. 41) die mittleren, um sie leichter bewegen zu können, aus einzelnen Rohrteilen zusammengesetzt (Abb. 42).

Die Herstellung erfolgt in der Weise, daß die in trockenem Zustande gut durchgearbeitete Masse mit wenig Wasser, in erdfeuchtem Zustande in dünnen, gleich-

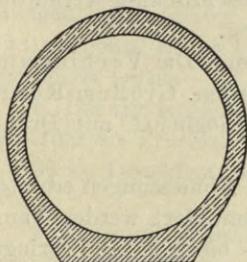


Abb. 41.

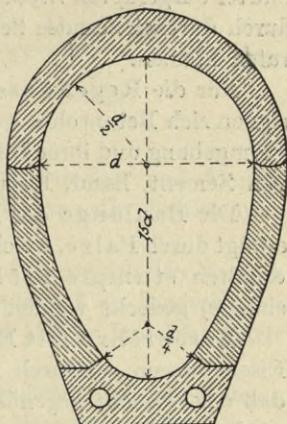


Abb. 42.

mäßigen Schichten in die Form eingebracht und dort durch regelmäßige Schläge so lange festgestampft wird, bis der Beton „schwitzt“, d. h. bis auf der Oberfläche Wasser erscheint.

Was den Einfluß des Schmutzwassers auf den Beton anbelangt, so ist zu bemerken, daß gewöhnliches Schmutzwasser, welches nur aus Hauswasser und Fäkalien besteht, auf den Beton keine Einwirkung ausübt. Dagegen ist der Beton an sich gegen Säuren und Alkalien nicht widerstandsfähig. Doch kann man annehmen, daß diese Säuren erst dann eine schädliche Wirkung auf den Beton ausüben, wenn der Säuregehalt der Abwässer größer ist als 10 %. Gewöhnlich wird schon aus anderen Gründen (Flußverunreinigung, Fischsterben) vorgeschrieben, daß die säurehaltigen Abwässer nicht in anderer Verdünnung als der genannten eingeführt

werden dürfen. Bei Vorhandensein von Schwefelsäure bildet sich ein schützender Überzug von schwefelsaurem Kalk. Heißes Wasser bis zu 50° C Wärme ist ebenfalls unschädlich, nur hat man darauf zu achten, daß in diesem Falle die Abwässer keine Säuren enthalten. Einlaß von heißem Dampf verursacht wegen ungleicher Erwärmung Risse im Beton.

Die Wirkungen der für den Beton nachteiligen Bestandteile der Abwässer werden oft schon durch den Einfluß anderer Zuflüsse wieder aufgehoben. Außerdem ist die Sohle gegen die Einwirkung von Säuren geschützt durch die vom Abwasser mitgeführten Sink- und organischen Stoffe und die Kanalwändungen durch die sich überall bildende Sielhaut<sup>1)</sup>. Man kann daher auf Grund einer sich über mehrere Jahrzehnte erstreckenden Erfahrung sagen, daß der Beton, falls die Herstellung der Kanäle sachgemäß ist, sich für städtische Kanäle im allgemeinen als ein durchaus geeigneter Baustoff erprobt hat. Es ist also nicht richtig, wenn von manchen Seiten behauptet wird, Betonkanäle eigneten sich nicht für Schmutzwasserleitungen.

Will man ganz sicher gehen, so versehe man Schmutzwasserleitungen mit einem Asphaltanstrich. Oder noch besser zu empfehlen ist die Auskleidung der Kanalsohle mit Steinzeugschalen bis zur Höhe des Trockenwetterabflusses, und zwar namentlich da, wo schwerere Sinkstoffe (Sand und Kies) in größerer Menge im Abwasser mitgeführt werden. Bei ungeschützter Sohle trägt man wenigstens einen fetten Putz auf.

Nachteilig für die Schmutzwasserabführung sind die gewöhnlich nur mit Zementmörtel ausgefugten Stöße der fertigen Rohre, welche leicht undicht werden und so durch durchsickerndes Schmutzwasser eine Verseuchung der Untergrundes hervorrufen können.

Für die Regenwasserleitungen des Trennsystems und für Notauslässe eignen sich Betonrohre wegen ihrer glatten Wandungen, ihrer leichten und genauen Formgebung und ihrer Billigkeit in hohem Maße. Als passendes Mischungsverhältnis von Zement, Sand, Kies oder Schotter kann 1 : 3 : 4 gelten.

Die Baulänge der Betonrohre beträgt gewöhnlich 1 m. Die Verbindung erfolgt durch Falze, welche mit Zementmörtel verstrichen werden. Größere Rohre erhalten stumpfe Stöße, welche durch Betonringe (möglichst mit Drahteinlage) gedeckt werden (Abb. 43).

Betonrohre mit Eiseneinlagen. Rohre von großen Abmessungen erhalten Eiseneinlagen, wodurch ihre Wandstärke so stark herabgemindert werden kann, daß das Gewicht gegenüber unbewehrten Rohren um das 2- bis 2½ fache geringer wird. Zur Bewehrung der Rohre werden Rundeisen (System Monier), Drahtgewebe (System Zisseler) und Profileisen (System Bordenave oder System Bonna, Abb. 44) verwendet.

Prof. Möller - Braunschweig hat Rohre konstruiert, bei denen die Eiseneinlagen im Scheitel und an der Sohle an der inneren, an den Seitenwänden an der äußeren Rohrwandung liegen, so daß jeder Ring der Bewehrung Ellipsenform besitzt.

Bis zu 2 m Durchmesser werden die bewehrten Rohre in der Fabrik hergestellt; bis 300 mm Lichtweite besitzen sie Muffenverbindung; darüber hinaus werden sie stumpfgestoßen, wobei die Dichtung durch eine gleichfalls bewehrte Übermuffe hergestellt wird (Abb. 44).

---

<sup>1)</sup> In Hamburg und verschiedenen anderen Städten nennt man die Entwässerungskanäle „Siele“.

Die Eisenbetonrohre können nicht gestampft werden; sie sind mit einer gleichmäßigen fetten Mörtelmischung sorgfältig zu gießen oder über einer Form zu pressen, wobei man darauf zu achten hat, daß alle Eiseneinlagen gut umhüllt sind, was umso wichtiger ist, als die an sich dünnen Rohrwände dem Angriffe der Säuren und der abschleifenden Wirkung der Sinkstoffe ausgesetzt sind, und schließlich eine Zerstörung des Eisens erfolgen könnte, wenn keine oder nur geringe Umhüllung vorhanden wäre. Auch hier empfiehlt sich eine Auskleidung der Sohle und Seitenwände mit Steinzeugplatten. Die Erfahrungen mit Eisenbetonrohren erstrecken sich erst über einen kurzen Zeitraum.

Prüfung der Betonrohre. Aus dem äußeren Ansehen oder der Beschaffenheit der Bruchfläche von Betonrohren kann man nicht auf die Beschaffenheit der Ware schließen; auch das Ausschlagen von Steinücken mit dem Hammer aus der Rohrmasse liefert ungenaue Ergebnisse. Besser ist schon das Ein-

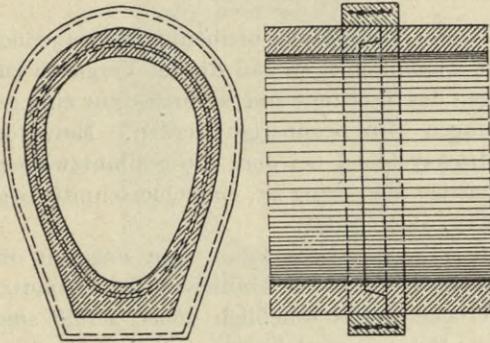


Abb. 43.

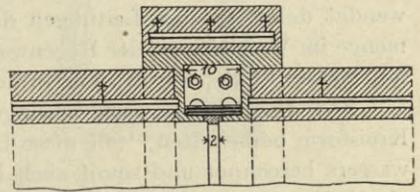


Abb. 44.

schlagen von Löchern oder Abtrennen von Stücken mit Hammer und Meißel. Büsing nennt einige Verfahren zur Prüfung derartiger Rohre, die bestimmtere Ergebnisse liefern:

1. Der zur Röhrenherstellung verwendete Beton soll bei einer nach den Normen ausgeführten Prüfung nach zehntägiger Erhärtung mindestens 3 kg Zugfestigkeit und 30 kg Druckfestigkeit, nach 28 Tagen 12 kg Zug- und 120 kg Druckfestigkeit haben.

2. Prüfung auf inneren Druck mit höchstens 2 Atmosphären (at), wobei keine Risse entstehen dürfen. Bei 0,6 at Druck darf noch kein Wasserdurchtritt durch die Rohrwand stattfinden.

3. Freie Auflagerung des Rohres und gleichförmig verteilte Belastung desselben auf 1 m Länge und 1 cm Rohrbreite mit 50 kg.

4. Lagerung des Rohres auf einer Sandschüttung und Aufbringen einer Belastung von 5000 kg in gleichförmiger Verteilung auf 1 qm Horizontalprojektion.

Die Proben 3 und 4 können unter Verwendung von sattelförmigen Hölzern oder auch eines der Länge nach auf dem Rohr festgelegten Bohlenstückes ausgeführt werden.

5. Einlegen des Rohres in einen Kasten aus starken Hölzern, wobei das Rohr mit Sand unter- und überfüllt wird; alsdann Auflegen eines völlig gehenden Holzdeckels, den man mit 80 bis 100 kg auf 1 m Länge und 1 cm Rohrbreite belastet. Diese Belastungsweise schließt sich den Verhältnissen, unter welchen die Rohre zu wirken haben, am nächsten an.

## b) Querschnittsform der Kanäle.

### 1. Kreisprofil.

Die günstigste Querschnittsform der Kanäle für die Wasserabführung bei voller Füllung ist der Kreis, weil bei ihm das Verhältnis des Wasserquerschnittes zum benetzten Umfange, also der hydraulische Radius  $R$ , seinen größten Wert hat, mithin in der allgemeinen Geschwindigkeitsformel

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

$v$  am größten wird, da auch in dem Geschwindigkeitsbeiwert  $c$  der hydraulische Radius, je größer er ist, einen wachsenden Einfluß ausübt, wie wir bei der Berechnung der Leitungen noch sehen werden.

Für Füllhöhen, welche unter der Mitte des Kreisprofils bleiben, trifft das jedoch nicht zu. Auch hat das Kreisprofil eine flache Sohle, so daß die im Vergleich zur vollen Füllung sehr kleinen Wassermengen des Trockenwasserabflusses nur eine geringe Schwimmtiefe besitzen, Ablagerungen also begünstigt werden. Man verwendet daher für die Leitungen des Mischsystems, bei dem die Schmutzwassermenge im Vergleich zu der Regenwassermenge nur gering ist, eine Querschnittsform mit spitzer Sohle, wie man sie in dem Eiprofil besitzt.

Für die Schmutzwasserleitungen des Trennsystems kann man dagegen die Kreisform beibehalten, weil diese Leitungen nur für die Abführung des Schmutzwassers berechnet und somit auch bei Trockenwetter erheblich höher gefüllt sind als die Kanäle des Mischsystems. Auch die Regenwasserleitungen des Trennsystems und Notauslässe erfordern keine spitze Sohlenform, da Ablagerungen in diesen bei jedem stärkeren Regenfall fortgespült werden.

Steinzeugrohre werden gewöhnlich in Kreisform gewählt, weil sich Eiprofile, wie schon erwähnt wurde, beim Brennen leichter verziehen und sich daher nicht so gut beim Verlegen ineinander passen lassen wie kreisrunde Rohre, die man, auch wenn sie etwas verzogen sind, beliebig drehen kann, bis sie an der Sohle wenigstens glatt aneinander anschließen.

Die Steinzeugrohre in Kreisform kommen gewöhnlich für die kleinen Straßenleitungen von 25 bis 50 cm Durchmesser, und zwar in Abstufungen von 5 cm, zur Verwendung.

Man findet aber auch wieder große Profile in Kreisform vor, wie z. B. Abb. 45 zeigt, welches der Hamburger Kanalisation entnommen ist.

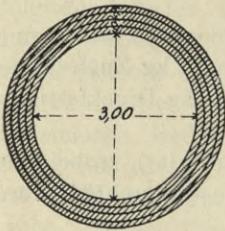


Abb. 45.

### 2. Eiprofil.

Die Vorzüge des Eiprofiles für die Abführung der Schmutzwassermengen sind bereits unter 1. genannt. Ein weiterer Vorteil des Eiprofiles beruht darin, daß es sich bei seinem hohen und entsprechend schmalen Querschnitt bequemer begehen und auch leichter reinigen läßt.

Tonrohre werden, wie gesagt, fast stets kreisförmig gewählt, Betonrohre können jedoch auch bei kleinen Abmessungen in Eiform verwendet werden, weil sie sich genau in der gewünschten Form herstellen lassen.

Leitungen von 50 cm Weite bis zur Mannshöhe von 1,80 m erhalten Eiform, falls nicht aus anderen Gründen breitere, aber niedrigere Profile notwendig erscheinen. Sollen die Betonkanäle von der Abführung von Schmutzwasser ausgeschlossen sein, wie es in manchen Städten vorgeschrieben ist, so nimmt man für Kanäle über 50 cm Weite gemauerte Eiprofile von 0,60/0,90 an; der Übergang zu größeren Querschnitten erfolgt in Abstufungen von 10 cm Weite bis zum Eiprofil von 1,20 m Weite; die Höhen sind stets das 1,5 fache der Weite.

Die Abbildungen 37 bis 40, 42 und 43 boten Beispiele für Eiprofile, in Abb. 46 ist noch ein Eiprofil der Charlottenburger Kanalisation gegeben. Dort wurden die Seitenwände senkrecht bis zur Fundamentsohle hinabgeführt, dadurch entstand ein

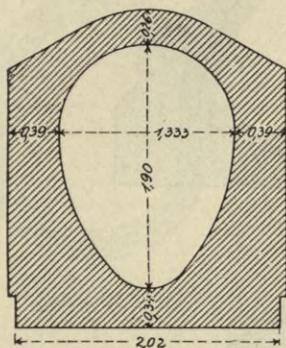


Abb. 46.

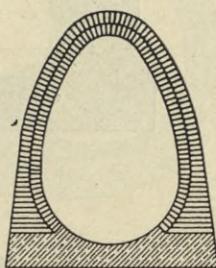


Abb. 47.

im Vergleich zur Querschnittsgröße der Profile sehr starker Mauerwerkskörper, weshalb die dortigen Profile teuer sind; im übrigen sind sie mit besonderer Rücksicht auf starke Wechsel der Wassermengen bzw. geringe Anforderungen an Spülung entworfen.

Umgekehrte Eiprofile, bei denen also die Spitze des Eies nach oben gekehrt ist, finden gleichfalls häufig Ausführung, wenn nämlich im Verhältnis zum Gesamtquerschnitt große Schmutzwassermengen abzuführen sind, z. B. unterhalb eines Regenüberfalles; ferner zur leichteren Begehbarkeit. In Abb. 47 ist ein derartiges Profil (nach Baumeister) dargestellt. Es besitzt bei sehr sparsamer Materialverwendung eine sehr standfähige Konstruktion.

### 3. Haubenprofil.

Das Haubenprofil, auch Tunnelprofil genannt, findet für größere Kanäle Anwendung. Abb. 48 zeigt ein derartiges Profil. Die Sohle ist flach, kreisbogenförmig, der Querschnitt flach mit geringer Füllhöhe, aber großer Sohlenbreite. Es eignet sich u. a. bei hohem Grundwasserstand oder ungünstigen Bodenverhältnissen.

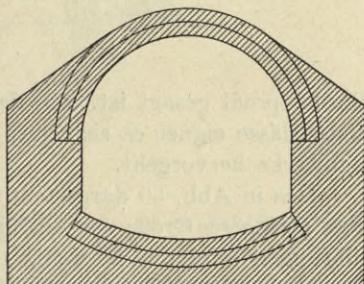


Abb. 48.

#### 4. Maulprofil.

Vom Maulprofil, welches aus einer flachen, kreisbogenförmigen Sohle mit unmittelbar darüber gespanntem halbkreisförmigen oder aus mehreren Bogen zusammengesetzten Gewölbe besteht (Abb. 49 und 50), gilt dasselbe, was über das

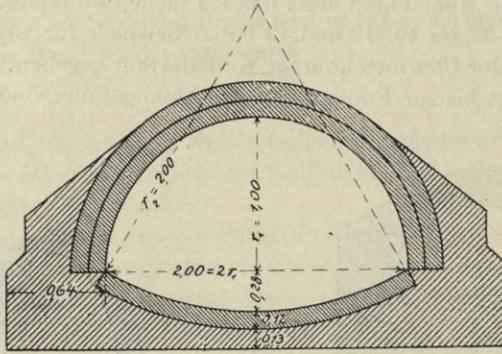


Abb. 49.

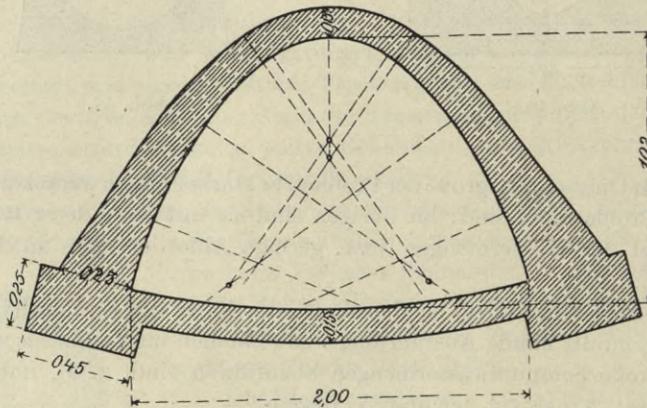


Abb. 50.

Haubenprofil gesagt ist, von dem es sich ja nur wenig unterscheidet. Auch für Notauslässe eignet es sich gut, was aus den bisherigen Erläuterungen über diese Bauwerke hervorgeht.

Das in Abb. 50 dargestellte Profil ist in Spandau mit anderen gleicher Form, aber geringerer Größe zur Ausführung gelangt. Der Baustoff ist Beton. Diese Ausführungen erfolgten in wenig tragfähigem Boden mit sehr hohem Grundwasserstande, sowie für Notauslässe. Die Form des Gewölbes ist der Stützlinie möglichst eng angepaßt, dabei aber etwas unnötig gekünstelt.

#### 5. Elliptisches Profil.

Das sogenannte elliptische Profil ist eigentlich nicht einer Ellipse nachgebildet, sondern besteht aus zwei Halbkreisen für Sohle und Decke mit dazwischen liegendem

Rechteck (Abb. 51), hat also lotrechte Widerlager. Es kommt gleichfalls für größere Profile zur Anwendung. Das Verhältnis der Breite zur Höhe ist meist wie beim Eiprofil 2 : 3.

### 6. Profile mit besonderer Schmutzwasserrinne.

Derartige Profile erleichtern das Begehen der Kanäle bei Trockenwetter und erhalten zu diesem Zwecke einen seitlichen Absatz. Abb. 52 zeigt ein solches, der Hamburger Kanalisation entnommenes Profil. Das in Abb. 53 zur Darstellung ge-

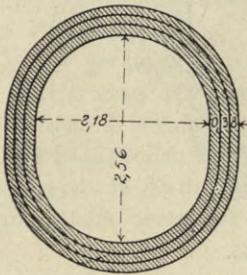


Abb. 51.

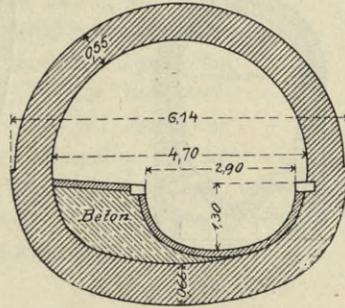


Abb. 52.

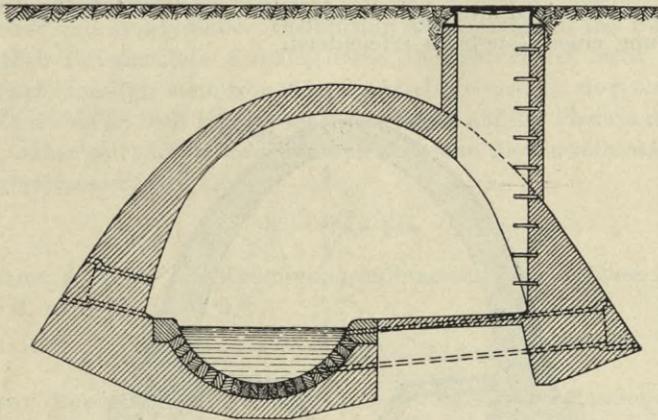


Abb. 53.

langte Profil aus Beton ist in Karlsruhe, dasjenige der Abb. 54 in Stuttgart zur Ausführung gelangt; letzteres ist für Ausführung in nasser Baugrube gut geeignet. Die Benutzung von Beton zur Beschaffung der Vorflut und gleichzeitig zur Verstärkung der Kanalwand ist sehr zweckmäßig angeordnet. Doch müssen bei derartigen Ausführung die Erdwände entweder sehr fest sein, oder es muß eine dicht an die Kanalwand anschließende Verschalung oder eine Spundwand angeordnet werden. Abb. 55 zeigt eine Pariser Anordnung, bei welcher der Halbmesser der Schmutzwasserrinne sehr klein und der Anschluß der Wandungen sehr steil ist, so daß das Anhaften von Sink- und Schwimmstoffen erschwert und zugleich die

Schwimmtiefe vergrößert ist. Abb. 56. zeigt endlich noch ein Dresdener Profil, welches auf jeder Seite eine Gangbahn hat.

Mit der Anordnung von Gangbahnen sind jedoch verschiedene Nachteile verbunden. Sobald nämlich das Wasser aus der Schmutzwasserrinne heraus und über die Gangbahn tritt, erleidet seine Geschwindigkeit eine merkliche Verzögerung, wodurch die Ablagerung von Schmutzstoffen begünstigt wird und die Kanalluft

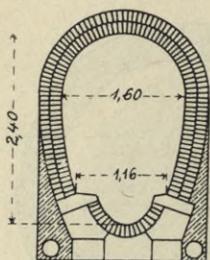


Abb. 54.

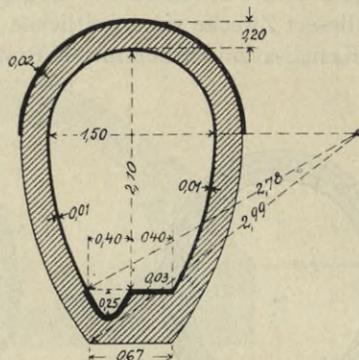


Abb. 55.

leidet. Auch wird den Ratten das Fortkommen ermöglicht, was in den Kanälen mit glatten Wandungen und absatzfreier runder Sohle so gut wie ausgeschlossen ist. Doch muß man in Kanälen mit regelmäßiger Räumung den Arbeitern das Begehen durch Anordnung einer Gangbahn erleichtern.

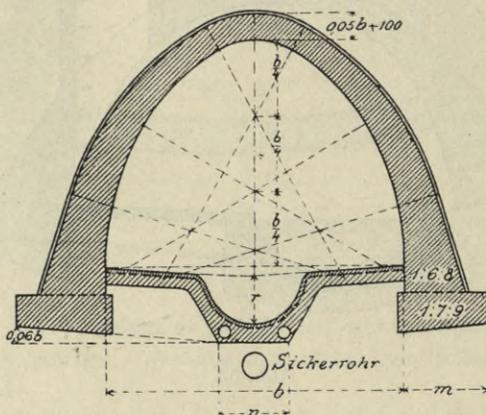


Abb. 56.

### c) Die Kanäle des Trennsystems.

Durch die Anordnung doppelter Leitungen für Schmutz- und Regenwasser wird das Trennsystem bekanntlich teuer. Es empfiehlt sich daher zur Verminderung der Kosten, beide Leitungen in einer Baugrube herzustellen. Sie müssen aber nebeneinander, jedoch in verschiedener Höhe ausgeführt werden, wie später noch gezeigt werden wird. Über Material und Querschnittsform gilt im wesentlichen

dasselbe wie für die Leitungen des Mischsystems. Doch können auch zweckmäßig beide Kanäle für Brauch- und Regenwasser in einem Querschnitt vereinigt werden, wie dies Abb. 57 für einen Betonkanal zeigt. Zur Spülung des Brauchwasserkanals wird alsdann das Regenwasser in den unteren Querschnitt geleitet.

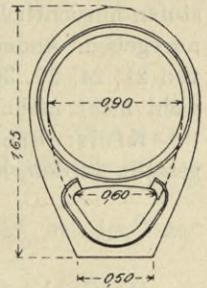


Abb. 57.

#### d) Offene Leitungen.

Auch offene Leitungen kommen in Verbindung mit städtischen Entwässerungsanlagen ziemlich häufig vor, z. B. bei Führung des Kanalwassers nach der Mündungsstelle oder nach den Rieselfeldern bei Verteilung daselbst sowie bei Ableitung des gereinigten Kanalwassers; ferner bei oberirdischer Entfernung des Regenwassers und bei Zuleitung von Spülwasser. Über ihre Ausführung gilt dasselbe, was im II. Teile des Städtischen Tiefbaues, der „Wasserversorgung“, unter III, a, 3, β und II, c, 1 gesagt ist. Es sei deshalb auf jene Kapitel und die dazugehörigen Abbildungen, welche eine Reihe derartiger Konstruktionen zeigen, verwiesen.

#### e) Wandstärke der Kanäle.

Die Wandstärke eines gemauerten Kanals bedingt neben der Verwendung guter Baustoffe und sachgemäßer Ausführung die Haltbarkeit des Bauwerkes. Dies gilt namentlich für gewölbte Kanäle, deren Beanspruchung nicht allein von der Verkehrslast, sondern auch von der Tiefenlage unter der Erdoberfläche abhängt. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf die Theorie der Berechnung einzugehen, daher soll nur erwähnt werden, daß man die Gewölbstärke annähernd aus der Formel von Rankine

$$\delta = 0,19 \sqrt{R} \dots \dots \dots 5)$$

ermitteln kann, worin R den Krümmungshalbmesser des Gewölbes im Scheitel bedeutet. Z. B. wird für R = 0,4

$$\delta = 0,19 \cdot \sqrt{0,4} = 0,12 \text{ m.}$$

Bei Tonrohren beträgt die Wandstärke der meisten im Handel vorkommenden Sorten annähernd

$$\delta = \frac{d}{20} + 10 \text{ mm}$$

worin d die lichte Weite des Rohres bedeutet.

In nachfolgender Tabelle sind die Wandstärken und Lichtweiten der Rohre der Münsterberger Fabrik nebst Gewicht für 1 m Baulänge in kg gegeben:

Lichtweite . . . . .	50	75	100	130	150	175	200	250 mm
Wandstärke . . . . .	13	14	15	17	18	19	20	23 mm
Gewicht . . . . .	9	11	14,5	20	25,5	30	36	50 kg
Lichtweite . . . . .	300	350	400	450	500 mm			
Wandstärke . . . . .	26	28	30	34	37 mm			
Gewicht . . . . .	67	87	100	129	155 kg			

Die Rohre werden noch in größeren Weiten geliefert, doch sollen diese nicht mehr angegeben werden, weil, wie wir sahen, nur solche bis 50 cm Lichtweite für Kanalisationszwecke in Frage kommen. Auch fertigen die Fabriken noch Zwischenstufen hinsichtlich der Lichtweite an; die gangbaren Sorten sind jedoch vorstehend angegeben. Andere Lichtweiten, wie sie früher verlegt wurden (in Berlin z. B. solche von 21, 24, 27, 30, 33, 36 . . . cm), kommen heute bei neueren Kanalisationen wohl nicht mehr zur Anwendung.

Kreisrohre aus Zementbeton, welche allgemein mit ebener Sohle hergestellt werden, haben bis 600 mm Weite meistens eine Wandstärke von

$$\delta = \frac{d}{10} + 15 \text{ mm bis } \frac{d}{10} + 20 \text{ mm.}$$

Die Grabower Zementsteinfabrik „Komet“ bei Stettin liefert z. B. folgende Rohre<sup>1)</sup>:

Lichtweite d . . . . .	350	400	450	500	600	700	mm
Wandstärke . . . . .	50	60	60	65	67	80	mm
Gewicht . . . . .	—	190	232	292	350	517	kg
Lichtweite d . . . . .	800	900	1000				mm
Wandstärke . . . . .	80	90	100				mm
Gewicht . . . . .	615	670	720				kg für 1 m Baulänge.

Kleinere Rohrweiten als 350 mm werden nur ausnahmsweise hergestellt und verwendet, da Tonrohre handlicher sind und annähernd denselben Preis haben.

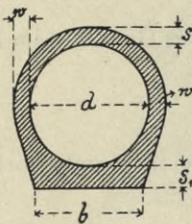


Abb. 58.

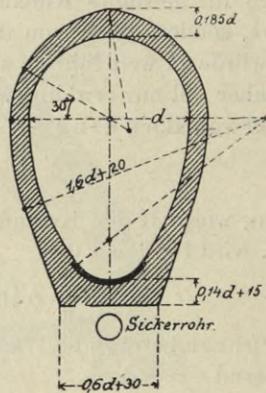


Abb. 59.

Die Kreisrohre der Dyckerhoffschen Fabrik (Abb. 58) haben im Scheitel eine größere Stärke als an den Kämpfern, z. B.

Lichtweite d . . . . .	600	700	800	1000	mm
Scheitelstärke s und Sohlenstärke s <sub>1</sub> . . .	75	81	100	115	mm
Kämpferstärke w . . . . .	63	70	78	88	mm

Die Breite b der wagerechten Sohle beträgt etwa  $\frac{2}{3} d$ .

<sup>1)</sup> Diese und die folgenden Angaben sind dem Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, III. Teil, 4. Bd. (1903) entnommen.

Die Wandstärke der Eikanäle ist bei den Dresdener Profilen beispielsweise vorgeschrieben, nämlich (Abb. 59)

- Scheitelstärke  $s = 0,185 d$
- Kämpferstärke  $w = 0,1 d + 20 \text{ mm}$
- Sohlenstärke . . . . .  $0,14 d + 15 \text{ mm}$
- Sohlenbreite . . . . .  $0,6 d + 30 \text{ mm}$

und zwar bildet  $d = 1000 \text{ mm}$  den Höchstwert. Dyckerhoff und Widmann geben ihren Eirohren eine Scheitelstärke von etwa  $0,17 d$ , während die von  $w$  mit der obigen übereinstimmt.

Die Wandstärke von Rohren mit Eiseneinlagen beträgt bei der Portlandzement-Fabrik Stern in Stettin:

Lichtweite . . . . .	75	100	125	150	175	200	250	mm
Wandstärke. . . . .	14	14	15	16	18	20	22	mm
Gewicht . . . . .	11	14	19	22	29	35	46	kg/m
Lichtweite . . . . .	300	350	400	450	500	550	600	mm
Wandstärke. . . . .	24	26	28	28	30	32	34	mm
Gewicht . . . . .	62	75	100	105	129	145	175	kg/m
Lichtweite . . . . .	700	800	900	1000	600/900	700/1050		mm
Wandstärke. . . . .	36	42	42	52	37	42		mm
Gewicht . . . . .	225	275	325	450	245	370		kg/m

Gußeiserne Rohre erhalten nach den Normen für Hausentwässerungsleitungen des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine folgende Abmessungen:

Durchmesser $d =$	50	70	100	125	150	200	mm
Wandstärke $\delta =$	5	6	7	7,5	8	9	mm

Abweichungen von  $\delta$  sind bei den 50 und 70 mm-Rohren bis 15, bei den größeren bis 10 % zulässig; die Krummrohre erhalten 1 mm stärkere Wände. — Der Handel liefert auch Gußrohre von 40 mm und ausnahmsweise auch solche von 25 mm Weite

Abflüsseleitungen aus Blei sollen nach den genannten Vorschriften betragen:

Durchmesser . .	25	30	40	50	mm
Wandstärke . .	3,5	4	4,5	5	mm
Gewicht . . . .	3,6	4,8	7,1	9,8	kg für 1 m Länge.

Bei Zinkrohren (Abfallrohre für Dachwasser, unter Umständen — aber weniger geeignet — auch für Lüftungsrohre) sollen keine Bleche unter Nr. 13 (5,1 kg Gewicht für 1 qm bei  $\frac{3}{4}$  mm Wandstärke) Verwendung finden.

## f) Berechnung der Leitungen.

### 1. Geschlossene Leitungen.

Die Berechnung der Leitungen erfolgt nach den Formeln

$$Q = F \cdot v \quad \dots \dots \dots 6$$

$$v = c \sqrt{R \cdot J} \quad \dots \dots \dots 7)$$

worin

Q die Abflußmenge in cbm/sek,

F den Wasserquerschnitt in qm,

v die Durchflußgeschwindigkeit in m/sek,

$$R = \frac{F}{P} = \frac{\text{Wasserquerschnitt in qm}}{\text{benetzter Umfang in m}} \text{ den hydraulischen Radius in m,}$$

$$J = \frac{h}{l} = \frac{\text{absolutes Wasserspiegelgefälle in m}}{\text{Leitungslänge in m}} \text{ das relative Gefälle des Wasserspiegels,}$$

c einen Erfahrungswert

bedeutet. Dieser ist nach der Formel von Kutter zu setzen:

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \dots \dots \dots 8)$$

so daß Gleich. 7 die Form annimmt

$$Q = F \cdot \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \dots \dots \dots 9)$$

Der Wert b hängt ab von der Rauigkeit der Kanalwandungen und schwankt zwischen den Grenzen 0,12 und 2,44. Kutter nimmt 12 Stufen hierfür an. Nach Baumeister entsprechen den im Kanalbau üblichen Baustoffen davon folgende Werte, unter denen jedoch scharfe Grenzen nicht bestehen:

Zementwandungen . . .	I — II	b = 0,12 bis 0,15
Backstein oder Quader .	III — IV	b = 0,20 bis 0,27
Bruchsteinmauerwerk . .	V — VIII	b = 0,35 bis 0,72

Doch hat man dabei zu beachten, daß diese Werte für neue Kanäle gelten, und die Versuche, auf Grund deren diese Werte ermittelt sind, mit reinem Wasser vorgenommen wurden. Die Kanäle aber führen unreines Wasser, und ihre Wandungen überziehen sich im Laufe der Zeit mit einer schleimigen Haut, der bereits genannten Sielhaut, so daß die aus den obengenannten Baustoffen hergestellten Leitungen allmählich eine nahezu gleichmäßige Beschaffenheit der Wände aufweisen, und man daher im Mittel

$$b = 0,35$$

setzen kann, während man für Leitungen aus entschieden glätterem Material, glasiertem Ton und Eisen, nach Baumeister

$$b = 0,27$$

zu setzen hat. Meist wird aber auch hierfür der Mittelwert b = 0,35 gewählt.

Am häufigsten wird die Aufgabe gegeben sein, für ein gegebenes Q und ein gegebenes J den Querschnitt F zu bestimmen. Die Lösung dieser Aufgabe, bei der man von ganzer Füllung der Kanäle ausgeht, ist nur durch Versuchsrechnung möglich, indem man einen Querschnitt annimmt, von dem man glaubt, daß er zur Abführung der Wassermenge ausreicht, und nun an der Hand der Formel durch Einsetzen dieses Wertes untersucht, ob dies tatsächlich der Fall ist.

Zur Erleichterung der Rechnung kann dabei folgende Tabelle dienen, welche die Beziehungen zwischen F, P, R, v und Q für die Profile der Abbildungen 60 bis 66 gibt.

	Kreisprofil, Abb. 60	Eiprofil, Abb. 61 u. 62	Ellipsenprofil, Abb. 63 u. 64	Gedrückte Profile	
				Abb. 65	Abb. 66
F =	0,785 d <sup>2</sup>	1,149d <sup>2</sup> = 0,51h <sup>2</sup>	1,172 d <sup>2</sup>	0,483 d <sup>2</sup>	0,665 d <sup>2</sup>
P =	3,142 d	3,965 d	3,965 d	2,618 d	2,912 d
R =	0,25 d	0,29d = 0,193 h	0,296 d	0,185 d	0,229 d
v =	0,5 c √d J	0,538 c √d J	0,543 c √d J	0,430 c √d J	0,478 c √d J
Q =	0,393 c √d <sup>5</sup> J	0,618 c √d <sup>5</sup> J	0,636 c √d <sup>5</sup> J	0,208 c √d <sup>5</sup> J	0,318 c √d <sup>5</sup> J

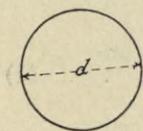


Abb. 60.

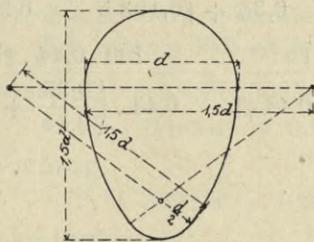


Abb. 61.

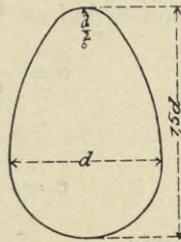


Abb. 62.

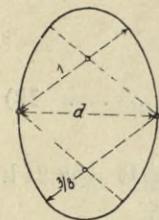


Abb. 63.

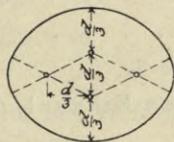


Abb. 64.

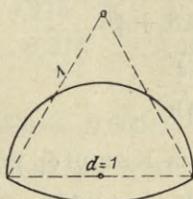


Abb. 65.

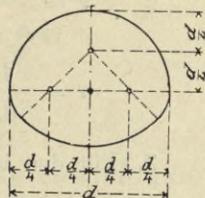


Abb. 66.

Drückt man R durch d beim Kreisprofil und durch h beim Eiprofil aus, so erhält man:

1. Für den gefüllten Kreiskanal vom Durchmesser d, da nach der Tabelle

$$R = 0,25 d = \frac{\delta}{4}$$

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot \sqrt{\frac{d}{4}}}{0,35 + \sqrt{\frac{d}{4}}} = \frac{100 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{d}}{0,35 + \frac{1}{2} \sqrt{d}}$$

$$c = \frac{100 \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{d}}{2 \cdot 0,35 + \sqrt{d}} = \frac{100 \cdot \sqrt{d}}{0,7 + \sqrt{d}}$$

mithin

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{100 \cdot \sqrt{d}}{0,7 + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{\frac{d}{4} \cdot J} = \frac{100 \cdot \sqrt{d} \cdot \sqrt{d \cdot J}}{(0,7 + \sqrt{d}) \cdot 2}$$

oder

$$v = \frac{50 d \cdot \sqrt{J}}{0,7 + \sqrt{d}} \dots \dots \dots 10)$$

2. Für den gefüllten Eikanal von der Höhe h, da nach der Tabelle R = 0,193 h

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot \sqrt{0,193 h}}{0,35 + \sqrt{0,193 h}} = \frac{100 \cdot 0,44 \sqrt{h}}{0,35 + 0,44 \sqrt{h}}$$

$$c = \frac{100 \cdot 0,44 \cdot \sqrt{h}}{\frac{0,44 \cdot 0,35}{0,44} + 0,44 \sqrt{h}} = \frac{100 \cdot 0,44 \cdot \sqrt{h}}{0,44 \cdot \left( \frac{0,35}{0,44} + \sqrt{h} \right)}$$

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{h}}{0,8 + \sqrt{h}} \dots \dots \dots 11)$$

mithin

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{100 \cdot \sqrt{h}}{0,8 + \sqrt{h}} \cdot \sqrt{0,193 \cdot h \cdot J}$$

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{h} \cdot 0,44 \cdot \sqrt{h \cdot J}}{0,8 + \sqrt{h}}$$

$$v = \frac{44 h \cdot \sqrt{J}}{0,8 + \sqrt{h}} \dots \dots \dots 12)$$

3. Für den bis zum Kämpfer gefüllten Eikanal, da hier R = 0,21 h

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot \sqrt{0,21 h}}{0,35 + \sqrt{0,21 h}} = \frac{100 \cdot 0,46 \cdot \sqrt{h}}{0,35 + 0,46 \cdot \sqrt{h}}$$

$$c = \frac{100 \cdot 0,46 \cdot \sqrt{h}}{\frac{0,46 \cdot 0,35}{0,46} + 0,46 \sqrt{h}} = \frac{100 \cdot 0,46 \cdot \sqrt{h}}{0,46 \cdot (0,76 + \sqrt{h})}$$

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{h}}{0,76 + \sqrt{h}} \dots \dots \dots 13)$$

mithin

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J} = \frac{100 \cdot \sqrt{h}}{0,76 + \sqrt{h}} \cdot \sqrt{0,21 h \cdot J}$$

$$v = \frac{100 \cdot \sqrt{h} \cdot 0,46 \cdot \sqrt{h \cdot J}}{0,76 + \sqrt{h}}$$

$$v = \frac{46 h \cdot \sqrt{J}}{0,76 + \sqrt{h}} \dots \dots \dots 14)$$

Da die Bestimmung des Querschnittes auf Grund von Versuchsrechnung ziemlich umständlich ist, so benutzt man besser Tabellen, und zwar entweder Zahlentabellen oder zeichnerische (graphische) Tabellen.

Zahlentabellen sind im Anhang für das Kreisprofil, Eiprofil, Haubenprofil, Maulprofil und elliptische Profil beigegeben. In diesen Tabellen sind auch die Werte von  $F$ ,  $P$ ,  $R$  und  $c$  enthalten. Ihre Benutzung gestaltet sich sehr einfach.

**Beispiel 1.** Die Wassermenge ist zu berechnen, welche ein Kanal von kreisrundem Querschnitt mit einer lichten Weite von 0,40 m bei einem Gefälle  $J = 1 : 200$  abführt.

**Lösung:** In der ersten Spalte der Tabelle sind die Durchmesser gegeben; man geht von ihr aus nur nach rechts, um die gewünschten Werte unter der betreffenden Kopfspalte zu entnehmen. Für unseren Fall ist somit

der Wasserquerschnitt bei voller Füllung

$$F = 0,785 d^2 = 0,126 \text{ qm}$$

der benetzte Umfang

$$P = 3,142 d = 1,26 \text{ m}$$

der hydraulische Radius

$$R = 0,25 d = 0,100 \text{ m}$$

$$\sqrt{R} = 0,316$$

der Beiwert

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot 0,316}{0,35 + 0,316} = \frac{31,6}{0,666} = 0,47$$

Für das Gefälle wird

$$J = 1 : 200 = 0,005 = 5 \text{ ‰}$$

Man erhält dann mit Hilfe der Tabelle auf S. 47 die Geschwindigkeit

$$v = 0,5 c \cdot \sqrt{d \cdot J} = 0,5 \cdot 0,47 \cdot \sqrt{0,40 \cdot 0,005}$$

$$v = 1,06 \text{ m/sek.}$$

und die Durchflußmenge

$$Q = 0,393 c \cdot \sqrt{d^5 J} = 0,393 \cdot 0,47 \cdot \sqrt{0,40^5 \cdot 0,005}$$

$$Q = 134 \text{ l/sek.}$$

Man hätte aus Tabelle I des Anhanges aber auch sofort diese Werte entnehmen können, denn man findet, wenn man von der ersten Spalte für  $d = 0,40 \text{ m}$  nach rechts geht bis zu derjenigen Spalte, in deren Kopf das Gefälle  $1 : 200$  oder  $5 \text{ ‰}$  angegeben ist, die Werte unmittelbar berechnet, nämlich

$$v = 1,06 \text{ m/sek}$$

$$Q = 134 \text{ l/sek.}$$

In den meisten Fällen wird jedoch, wie schon gesagt, der Querschnitt aus gegebenem Gefälle und gegebener Durchflußmenge zu ermitteln sein, wie an folgendem Beispiele gezeigt wird:

**Beispiel 2.** Ein Kanal hat eine Wassermenge von  $Q = 478 \text{ sl}$  abzuführen. Das Wasserspiegelgefälle der 200 m langen Leitung ist durch

die Ordinaten + 124,73 am oberen Ende und + 124,23 am unteren Ende der Kanalstrecke gegeben. Die Durchflußgeschwindigkeit und der erforderliche Kanalquerschnitt sind zu bestimmen.

**Lösung:** Das Gefälle erhält man, wie folgt:

$$J = \frac{h}{l}$$

$$h = 124,73 - 124,23 = 0,50 \text{ m}$$

folglich

$$J = \frac{0,50}{200} = 0,0025 = 2,5 \text{ ‰}.$$

Man findet nun für dieses  $J$  und das gegebene  $Q$  sofort den nötigen Kanalquerschnitt, indem man unter derjenigen Spalte, welche dem Gefälle  $J = 2,5 \text{ ‰}$  entspricht, denjenigen Wert von  $Q$  aufsucht, welcher dem gegebenen Werte von 478 sl am nächsten entspricht. Man findet dafür die beiden nächsten Werte 437 sl und 630 sl. Das dem erstgenannten Werte entsprechende Kanalprofil würde natürlich zu eng sein, man muß also den Wert 630 sl zugrunde legen und erhält, wenn man von diesem Werte bis zur 1. Spalte nach links geht, für kreisförmigen Querschnitt den erforderlichen Durchmesser

$$d = 0,80 \text{ m}.$$

Da man mit Tonrohren nicht über 50 cm Durchmesser hinauszugehen pflegt, so würde man einen Kanal aus Zementbeton ausführen.

Für ein Eiprofil würde man in gleicher Weise aus Tabelle II für  $b : h = 2 : 3$  erhalten

$$\frac{b}{h} = \frac{0,70}{1,05}.$$

Bei voller Füllung würde dieses Profil 710 sl bei einer Durchflußgeschwindigkeit von

$$v = 1,26 \text{ m}$$

abführen.

Die anderen Tabellen werden in gleicher Weise benutzt und bedürfen keiner weiteren Erklärung. Die Bestimmung der Durchflußgeschwindigkeit, welche gleichfalls häufig verlangt wird, geht mit Hilfe der Tabelle aus den beiden Beispielen ebenfalls hervor. Doch sei bemerkt, daß die in der Tabelle enthaltenen  $v$ -Werte die Durchflußgeschwindigkeit bei voller Füllung des Profils angeben. In Beispiel 2 würde also die Geschwindigkeit, mit welcher die Wassermenge  $Q = 478$  sl abfließt, nicht 1,26 m betragen, sondern größer sein. Die Frage, wie groß sie in diesem Falle wäre, wie auch die Frage, bis zu welcher Höhe das Profil gefüllt sein würde, wird am besten mit Hilfe zeichnerischer Tabellen beantwortet, wie weiter unten gezeigt wird. Seltener, aber doch zuweilen, ist auch die Aufgabe zu lösen, für ein gegebenes  $Q$  und eine bestimmte Geschwindigkeit das Gefälle und den Querschnitt zu berechnen, wie an folgendem Beispiele gezeigt werden soll.

**Beispiel 3.** Ein Kanal soll eine Wassermenge von 186 sl mit einer kleinsten zulässigen Geschwindigkeit von 1,20 m/sek abführen. Der Kanal soll kreisförmigen Querschnitt erhalten. Dieser, sowie das zur Erlangung der Mindestgeschwindigkeit erforderliche Gefälle sind zu bestimmen.

**Lösung:** Man sucht diejenige senkrechte Spalte der Tabelle I auf, deren Werte für Q und v den gegebenen am nächsten kommen. In unserem Falle finden wir

$$\begin{aligned} v &= 1,26 \text{ m/sek} \\ Q &= 201 \text{ sl.} \end{aligned}$$

Diesen Werten entspricht ein Gefälle

$$J = 6\text{‰} = 1:166 \frac{2}{3}$$

und ein Querschnitt mit dem Durchmesser

$$d = 0,45 \text{ m.}$$

Bei Schmutzwasserabführung sind die Querschnitte nur teilweise gefüllt. Zur Bestimmung der vorhandenen Durchflußgeschwindigkeit, welche bekanntlich so groß sein muß, daß Ablagerungen nicht eintreten, sowie der vorhandenen Füllhöhe, können also die Tabellen nicht mehr benutzt werden, sondern es sind besondere Zusammenstellungen erforderlich.

Nur für Kreisprofile, welche halbgefüllt sind, kann Tabelle I benutzt werden. Da im allgemeinen

$$R = \frac{F}{P} = \frac{r^2 \pi}{2 r \pi} = \frac{r}{2}$$

ist, und bei halber Füllung für  $F = \frac{r^2 \pi}{2}$  und  $P = r \pi$  zu setzen ist, so wird

$$R = \frac{\frac{r^2 \pi}{2}}{r \pi} = \frac{r}{2}$$

Der hydraulische Radius bleibt also derselbe, so daß die v-Werte ebenso groß und die Q-Werte genau halb so groß sind wie die entsprechenden Werte für volle Füllung.

Für alle anderen Fälle bedient man sich am einfachsten zeichnerischer Tabellen, wie sie für Kreisprofil, Eiprofil, umgekehrtes Eiprofil, Haubenprofil, Maulprofil und elliptisches Profil in den Tabellen VI bis XI im Anhang gegeben sind. In diesen Tabellen sind die verschiedenen Q-Werte und v-Werte für  $b = 0,35$  durch Kurven dargestellt. Aus jedem Prozentsatz der ganzen Füllhöhe kann der zugehörige Prozentsatz der vollen Abflußmenge und der Geschwindigkeit bei voller Füllung entnommen werden und umgekehrt. Man erkennt aus den Kurven, daß die Querschnitte, noch ehe sie gefüllt sind, die größte Wassermenge abführen, die sogar noch größer ist als diejenige bei voller Füllung. So führt das Kreisprofil das meiste Wasser bei einer Füllhöhe von 92 % seiner ganzen Höhe ab und zwar, wie aus der Kurve leicht zu erkennen ist, 8 % mehr, als bei voller Füllung. Bei der v-Kurve ergeben sich noch größere Unterschiede. Der Gebrauch der Tafel wird am besten an einem Beispiele erläutert, für die anderen Tafeln ist er entsprechend.

**Beispiel 4.** In Beispiel 2 ergab sich die Notwendigkeit, zur Abführung einer Wassermenge von 478 sl ein Profil von 80 cm Durchmesser zu wählen, welches nach der Tabelle I eine Wassermenge von 630 sl abführen kann. Wie hoch ist das Profil gefüllt, wenn die Wassermenge  $Q = 478 \text{ sl}$  zum Abfluß gelangt, und mit welcher Geschwindigkeit erfolgt der Abfluß?

**Lösung:** Das maßgebende Gefälle ist in diesem Falle dasjenige der Sohle, weil sich bei nur teilweiser Füllung das Wasserspiegelgefälle gleichlaufend zum Sohlengefälle einstellt. Letzteres beträgt 3 ‰, wobei das vollaufende Kreisprofil von 80 cm Durchmesser 690 sl mit einer Geschwindigkeit von 1,37 m/sek abführt. Demnach beträgt die rechnermäßig abzuführende Wassermenge in Hundertteilen dieser Gesamtmenge

$$\frac{478 \cdot 100}{690} = 69,3 \text{ ‰}$$

Dem entspricht nach der zeichnerischen Tabelle VI 62 ‰ der Füllhöhe, also eine **Füllhöhe** des 80 cm weiten Rohres von

$$\frac{0,80 \cdot 62}{100} = 0,49 \text{ m.}$$

Die **Geschwindigkeit** beträgt bei dieser Füllhöhe 109 ‰ der Geschwindigkeit bei voller Füllung, also

$$v = \frac{1,37 \cdot 109}{100} = 1,49 \text{ m/sek.}$$

## 2. Offene Leitungen.

Die unter D, I, d besprochenen offenen Leitungen werden gleichfalls berechnet aus

$$Q = F \cdot v$$

worin

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

Die Bedeutung der einzelnen Größen ist dieselbe wie vorher. Für die Bestimmung von  $c$  kann man gleichfalls die abgekürzte Kuttersche Formel

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{b + \sqrt{R}}$$

benutzen. Für Erdkanäle liegt der Rauigkeitsbeiwert  $b$  zwischen 1,5 und 2,5. Man wird bei der Ermittlung des Querschnittes auch hier so verfahren, daß man ein Profil annimmt und auf Grund der angeführten Formeln untersucht, ob dieses imstande ist, die verlangte Wassermenge abzuführen.

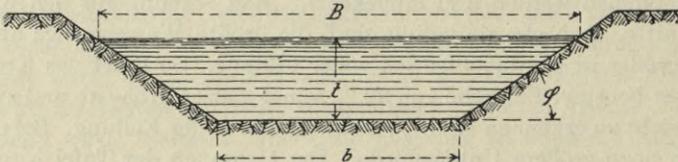


Abb. 67.

Die einfachste Querschnittsform für eine offene Leitung ist das Trapez. Der vorteilhafteste Querschnitt ist derjenige, bei welchem der Bewegungswiderstand am geringsten wird. In der Hydraulik sind die Gleichungen zur Bestimmung des vorteilhaftesten Kanalquerschnittes entwickelt. Danach erhält man, wenn in Abb. 67



## II. Einsteigeschächte und Vereinigung von Straßenleitungen.

### a) Allgemeines.

Die Vereinigung von Kanälen soll in solcher Weise erfolgen, daß die Zuflußgeschwindigkeit nicht vermindert wird, weil dadurch ein Rückstau und eine Ablagerung der mitgeführten Schmutzstoffe entstehen würde. Man muß daher die wasserführenden Querschnitte allmählich ineinander übergehen lassen und die Kanalsohlen so anordnen, daß die den Zuflußmengen der Einzelkanäle entsprechenden Spiegelhöhen an der Verbindungsstelle in gleicher Höhe liegen.

Zur Verbindung der Rohrkanäle untereinander verwendet man am besten die Sohlen der Einsteigeschächte, in welche der untere Teil des Querschnittes möglichst bis zur Rohrmitte oder bis zum Kämpfer eingeschnitten wird. Die Zusammenführung mehrerer Eiprofile oder großer Kanäle wird durch ein sog. Trompetengewölbe hergestellt. Anschlußleitungen für Grundstücksentwässerungen, Regenrohre und Straßeneinläufe geschehen am besten durch besondere Einlaßstücke, wie sie unter c) noch beschrieben werden.

### b) Einsteigeschächte.

Einsteigeschächte dienen nicht nur zur Vereinigung von verschiedenen Kanalstrecken, sondern sie sollen vor allem den Zugang zu den Kanälen vermitteln, damit man diese, was in regelmäßigen Zwischenräumen erforderlich ist, besichtigen und näher untersuchen kann, um den Zustand des Kanales festzustellen.

Nicht begehbare Kanäle aus Steinzeug oder Beton erhalten an allen Brechpunkten und Gefällwechsellpunkten der Leitungen Einsteigeschächte. In längeren geraden Strecken ordnet man letztere in Abständen von 50 bis 120 m an. Als Regel ist unbedingt festzuhalten, daß

der Rohrkanal zwischen zwei Einsteigeschächten nach Richtung und Gefälle stets geradlinig verläuft.

Die Strecken zwischen je zwei Einsteigeschächten nennt man Haltung. Nur durch Festhalten an dieser Regel läßt sich eine bequeme und sichere Untersuchung der Leitung auf Unregelmäßigkeiten und Ablagerungen hin vornehmen. Dies ist auch der Grund, weshalb die Vereinigung solcher Leitungen stets in Einsteigeschächten erfolgt.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß Einsteigeschächte unbedingt an allen Straßenkreuzungen erforderlich werden, dazwischen werden sie dann in angemessenen Abständen verteilt.

Begehbare Kanäle aus Mauerwerk oder Beton erhalten ebenfalls an den genannten Stellen und in Abständen von 70 bis 120 m Einsteigeschächte, doch darf die Kanalstrecke zwischen ihnen gekrümmt verlaufen, weil hier an jeder Stelle des Kanales eine Untersuchung und Besichtigung erfolgen kann. Als Krümmungshalbmesser wird gleich dem 5- bis 20 fachen der Lichtweite des Profils, gewöhnlich  $r = 10$  m, gewählt.

Die Bogenstücke von Betonkanälen werden entweder unmittelbar in der Baugrube aus Beton gestampft oder in Mauerwerk ausgeführt. Wechsel

in der Größe der Profile stellt man durch lange, kegelförmige Übergangsstücke her; ihre Sohle muß, falls die Scheitellinie durchgehen soll, ein stärkeres Gefälle erhalten.

Einsteigeschächte, wie überhaupt alle in der Kanalisation vorkommenden Bauwerke sind so auszuführen, daß sie möglichst wenig Raum einnehmen und möglichst billig herzustellen sind, ohne daß ihre Zweckbestimmung darunter leidet.

Als Grundrißform kommt mit Rücksicht auf den Erddruck in erster Linie der Kreis in Betracht. Die untere Weite macht man gleich 0,80 bis 1,00 m, nach oben wird sie auf 0,50 bis 0,60 m zusammengezogen, damit die Abdeckung in der Straße möglichst wenig Platz beansprucht, das Einsteigen dabei aber noch möglich ist. Untersuchungsschächte erhalten wohl auch eine mehr langgestreckte Form nach Abb. 68, damit die Arbeiter mehr Spielraum haben; auch zieht man sie nach oben zur Kreisform zusammen, wie der gestrichelte Kreis andeutet, und für solche Schächte ist auch der Kreis wieder am geeignetsten, wenn die Schächte zugleich stärkere Richtungsänderungen von Rohrkanälen vermitteln. Dann findet man neben der Kreisform (Abb. 69) auch viereckige und fünf-eckige Formen zur Herstellung der Richtungsänderung (Abb. 70 u. 71).

Mit dem Ziehen beginnt man zweckmäßig erst 1,00 bis 1,50 m über der Sohle, damit der mit Reinigungsarbeiten beschäftigte Arbeiter genügend Platz hat. Die drei obersten Schichten werden nicht mehr gezogen, sondern lotrecht aufgemauert, damit die Abdeckung aufgebracht werden kann.

Als Wandstärke genügt ein Stein für die volle Kreisform, und für Tiefen bis zu 3,00 m auch schon  $\frac{3}{4}$  Stein. Als Material werden meistens Formsteine verwendet.

Für kleinere und mittelgroße begehbare Kanäle wird der Schacht über der Mitte der Kanalachse angeordnet; er sitzt in solchen Fällen auf dem Kanale auf

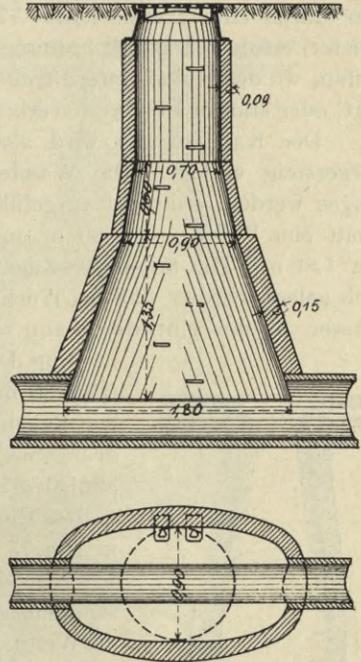


Abb. 68.

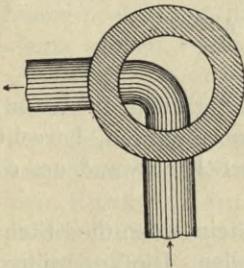


Abb. 69.

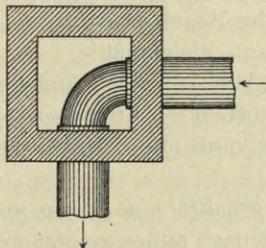


Abb. 70.

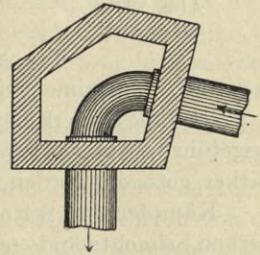


Abb. 71.

(Abb. 72), während kleine, nicht begehbare Kanäle in den Schacht einmünden (Abb. 73). In dem in Abb. 74 dargestellten gemauerten Kanal ist wegen der größeren Spannweite des Deckengewölbes der Schacht seitlich angeordnet, in Abb. 75 (Zementbeton) unten noch erweitert, damit der Arbeiter einen trockenen Standort hat. Auch findet man den Eingang ganz nach der Seite verlegt, so daß der Zutritt zum Kanal durch einen geneigten Gang (Abb. 76) oder durch eine Treppe (Abb. 77, nach Baumeister) erfolgt. Diese Anordnungen sind da zu treffen, wo der Kanal unter Straßenbahngleisen liegt, oder starker Fuhrwerksverkehr vorhanden ist. Der Kanalzugang wird alsdann in den Bürgersteig verlegt. Die Wände des Seitenganges werden senkrecht ausgeführt, der Gang erhält eine Weite von 0,80 m und eine Höhe von 1,80 m. Die Sohle des Zuganges muß so hoch gelegt werden, daß bei Trockenwetter kein Wasser in ihn eintreten kann. Die Sohlen-

neigung des Ganges beträgt 20 bis 40 ‰, um bei Regenwetter eingedrungenes Wasser wieder abfließen zu lassen.

Der Einsteigeschacht in Abb. 73 ist in Zementbeton gedacht. Das Zusammenziehen bis auf die Weite der Einsteigeöffnung (Mannloch) gestaltet sich bei diesem Material sehr einfach in Form eines abgestumpften Kegels (in Mauerwerk wird das Zusammenziehen durch Auskragen von Schichten bewirkt). Der Schacht ist aus einzelnen Ringen von 1,0 m Höhe zusammengesetzt.

In der Regel ist der Schacht gleichmäßig

nach oben zusammengezogen (Abb. 72), doch findet man häufig auch die Wand, in welche die zum Einsteigen dienenden Steigeisen eingemauert werden, lotrecht ausgeführt (Abb. 74); alsdann muß die gegenüberliegende Schachtwand um so stärker gezogen werden.

Kämpfer und Stirnwände erhalten eine Stärke von  $1\frac{1}{2}$  Stein, wenn die 1 Stein starken Schachtwände mit Stich nach außen gesetzt werden sollen. Die Vorsprünge in den Laibungen werden mit Zementmörtel schräg abgeglichen, damit kein Schmutz auf ihnen sitzen bleibt.

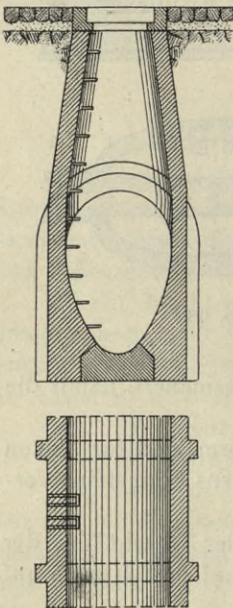


Abb. 72.

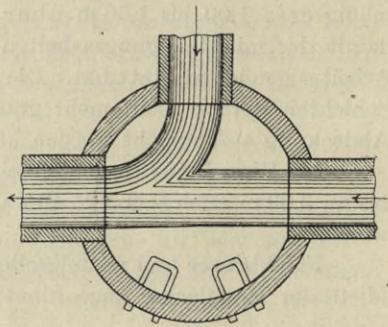
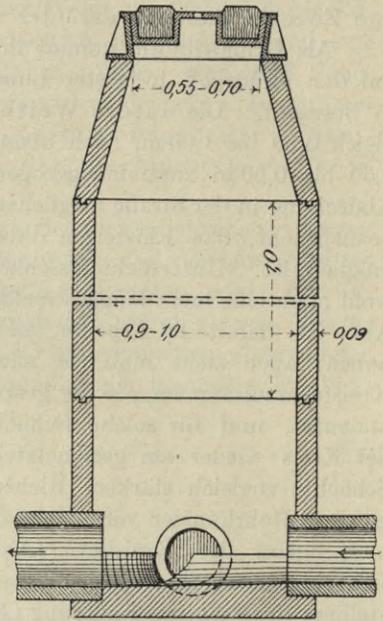


Abb. 73.

Bei Sturzregen und Spülungen steigt das Wasser über den Scheitel der Rohre an. Daher müssen die Schächte in ihrem unteren Teile möglichst wasserdicht sein und werden hier stets in Zementmauerwerk hergestellt; im oberen Teile darf man Kalkmörtel nur dann verwenden, wenn die untere Wandstärke von 1 Stein auch oben beibehalten wird; sie kann aber bei leichtem Verkehr oben auf  $\frac{1}{2}$  Stein abnehmen.

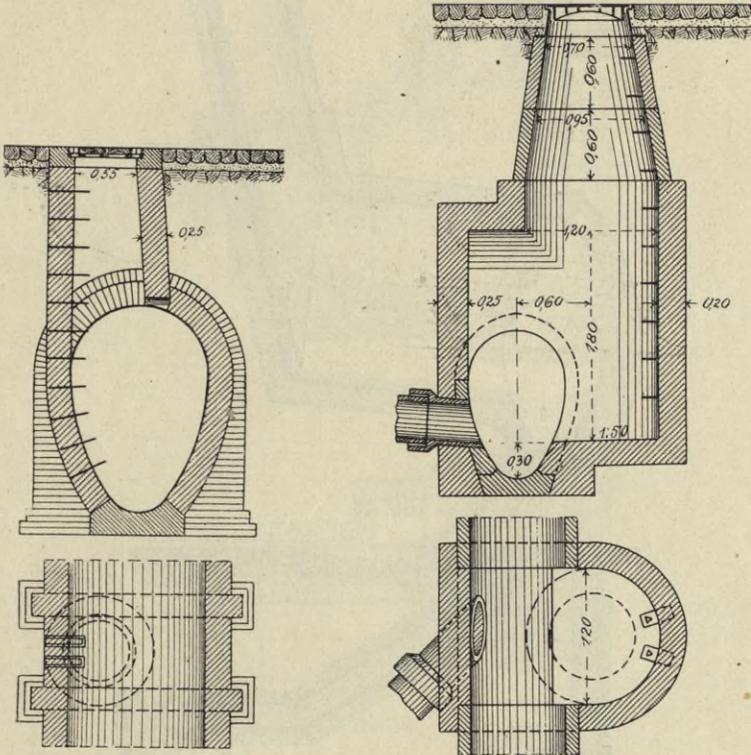


Abb. 74.

Abb. 75.

Die Sohlenrinnen werden in ihrer einfachsten Form aus halben Steinzeugrohren (geraden, Bogen- und Abzweigrohren je nach der Kanalrichtung) hergestellt. Für gekrümmte Rinnen verwendet man aber auch Mauerwerk oder besser noch Beton mit Auskleidung durch glasierte Tonschalen; auch harte Werksteine werden verwendet und die Rinnen in sie eingearbeitet. Damit keine Geschwindigkeitsänderung eintritt, erhält die weniger Wasser führende Zweigrinne ein um einige Millimeter verstärktes Sohlengefälle.

Die Zusammenführung einer nicht begehbaren Leitung mit einer begehbaren soll so hoch über der Sohle erfolgen, daß bei Trockenwetter kein Rückstau eintritt, daher sollte stets ein schräger Abfallboden, wie in Abb. 78 dargestellt ist, angeordnet werden, so daß das unmittelbare Herabstürzen von den Schachtwänden vermieden wird, worunter sonst die Kanalwänden leiden. Eine Anordnung nach Abb. 78 mit S-förmig gekrümmter Rinne im Längenschnitt nennt man Schwannenhals.

Rohre, welche in einem Winkel von  $45^{\circ}$  und weniger in den Kanal einmünden, werden einfach in die Kanalwand eingemauert und nach der Leibung abgehauen; ist der Winkel zwischen dem einmündenden Rohre und der Stromrichtung jedoch

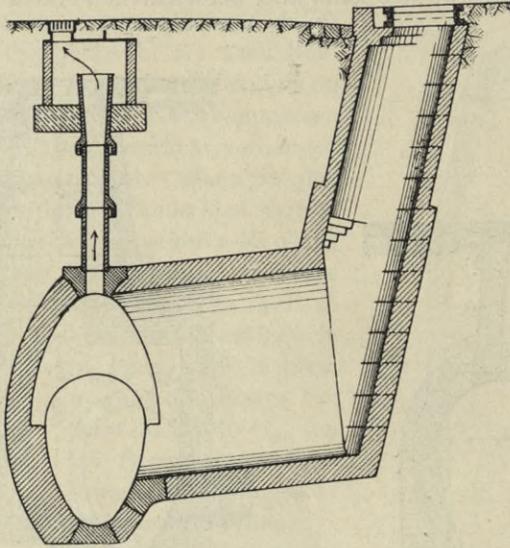


Abb. 76.

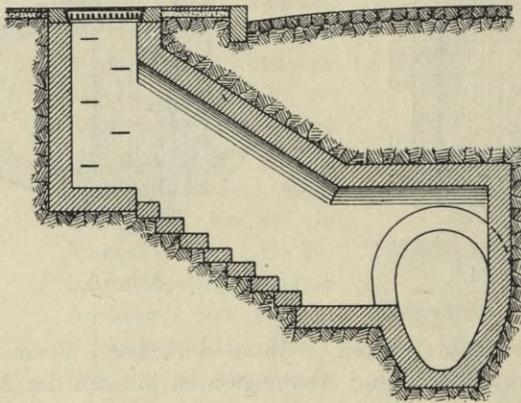


Abb. 77.

größer, so baut man eine niedrige Vorkammer an den Kanal an, in welche eine gekrümmte Rinne vom halben Kanalprofil so eingelegt wird, daß die Einmündung tangential erfolgt. Doch darf bei Trockenwetter das Wasser des Hauptkanales nicht über den Rand der Rinne treten.

Schächte mit Schlammstößen von 30 bis 50 cm werden auch jetzt noch häufig ausgeführt, um dem Schmutzwasser vor seinem Eintritt in die Vorflut möglichst viele Sink- und Schmutzstoffe zu entziehen. Doch empfiehlt sich diese Anordnung nicht, sondern es ist besser, eine gute Spülung vorzusehen, da die Aus-

räumung der zum Schlamm sack vertieften Schachtsohle oft nur in größeren Zwischenräumen erfolgt, und durch die infolgedessen fortschreitende Zersetzung der abgelagerten Schmutzstoffe die Bildung von Kanalgasen bewirkt wird. Auch werden

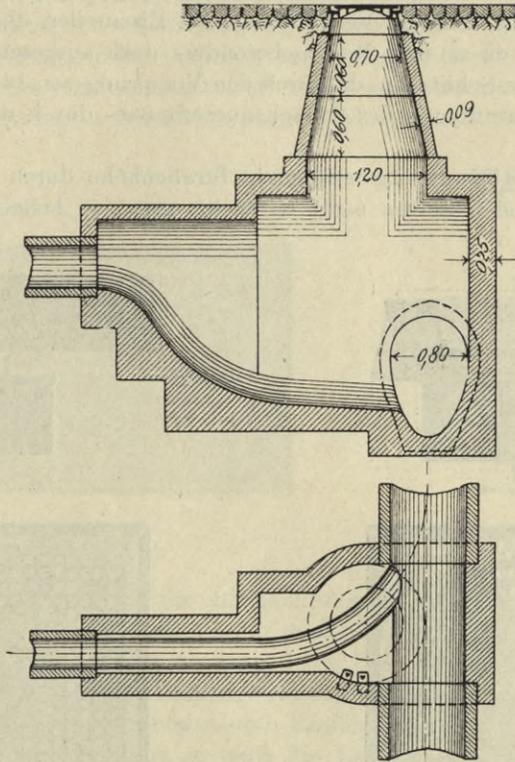


Abb. 78.

bei Sturzregen diese Stoffe aufgewirbelt und fortgeführt und verschlechtern dabei das nach den Notauslässen abfließende Wasser erheblich. Man sollte diese Anordnung daher höchstens noch da treffen, wo es zugleich an Spülwasser und Gefälle fehlt.

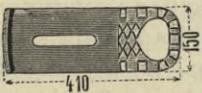


Abb. 79.

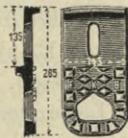


Abb. 80.



Abb. 81.

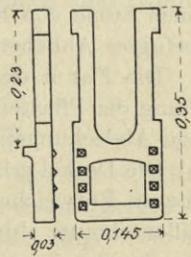
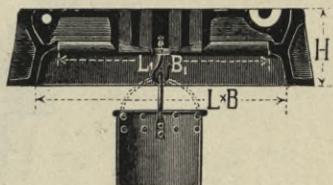
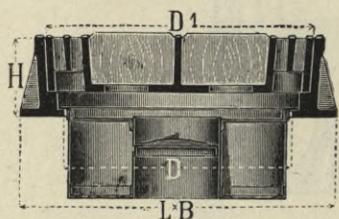


Abb. 82.

Zum Besteigen der Schächte dienen Steigeisen (nur selten noch Leitern). Abb. 79 und 80 zeigen die gebräuchlichsten Formen für Mauerstärken von 1 Stein und  $\frac{1}{2}$  Stein, Abb. 81 für Zementbeton mit 9 cm starker Wandung (Abb. 73),

Abb. 82 gibt das Berliner Muster. Diese Eisen werden in 25 bis 40 cm von Mitte zu Mitte voneinander entfernten Reihen und in senkrechten Abständen von 30 cm abwechselnd links und rechts eingemauert oder in die Betonringe eingestemmt. Zum Schutze gegen Rost sind sie mit Asphaltlack zu überziehen. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß die Verwendung von Eisenteilen überhaupt möglichst zu beschränken ist, da sie dem Rosten besonders stark ausgesetzt sind. Mitunter läßt man sie in einen Schlitz ein, da durch den Vorsprung von 14 bis 15 cm, den sie bilden, die volle Ausnutzung des Schachtquerschnittes durch den Arbeiter etwas behindert wird.

Die Schachtabdeckung erfolgt in Straßenhöhe durch einen meist gußeisernen Deckel, weil Gußeisen nicht so leicht rostet, in beliebigen Stärken ver-



Draufsicht.



Abb. 83.

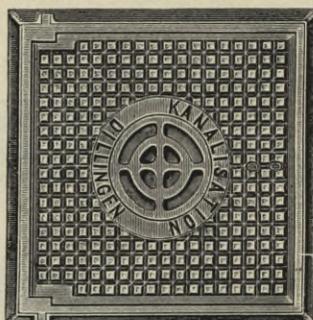


Abb. 84.

wendet werden kann, die Anwendung von Tragrippen gestattet und billig ist. Sie können Stöße von Fuhrwerken aufnehmen und sind infolge ihres Gewichtes gegen unbefugtes Abheben gesichert.

Die Form der Schachtabdeckung ist meistens quadratisch, weil die Herstellung der Pflasterung hierbei leichter ist, doch findet man vereinzelt auch kreisrunde Abdeckungen. Die Öffnung des Deckels erfolgt durch besondere Haken.

Die Deckel erhalten meistens Öffnungen zur Entlüftung der Leitungen und zum Entweichen der Luft bei starken Regengüssen. Wenn das Einfallen von Straßenschmutz durch diese Öffnungen in die Leitungen verhindert werden soll, so muß man einen Eimer anhängen, welcher öfters entleert werden muß (Abb. 83 und 84).

Um ein Ausgleiten der Pferde zu verhüten, verwendet man gewöhnlich Deckel, zwischen deren Rippen Holzklötze eingekellt sind (Abb. 83). Ihre Stärke beträgt 18 bis 20 cm. Auf dem Bürgersteig genügt infolge des leichteren Verkehrs eine schwächere mit Asphalt ausgegossene Abdeckung (Abb. 84).

Seitliche Treppeneingänge der Leitungen erfordern eine Öffnung von größerer Länge. Diese wird durch rechteckige Abdeckungen verschlossen, welche bei größerer Länge aus 2 bis 3 Teilen bestehen (Abb. 85).

An dieser Stelle seien auch die **Lampenlöcher** erwähnt, welche man manchmal mit Einsteigeschächten abwechseln läßt, um an letzteren zu sparen, weil Lampenlöcher billiger sind und zur Beobachtung des Abflusses ausreichen. Dabei genügt entweder ein einfaches Hinabschauen nach Abheben des Deckels, oder man benutzt eine Lampe, welche man in den Rohrschacht (Abb. 86) hinabläßt, damit man vom

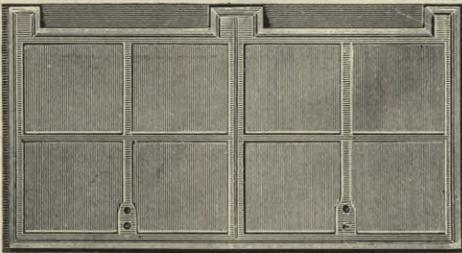


Abb. 85.

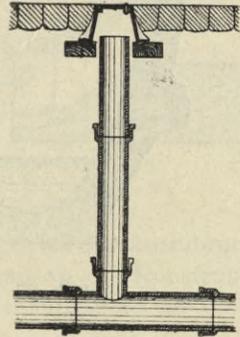


Abb. 86.

nächsten Einsteigeschacht aus die Beobachtung unmittelbar oder mittels eines Spiegels vornehmen kann. Meistens kann man schon an der Art des Abflusses erkennen, ob eine Störung besteht, und ob deren Ursache oberhalb oder unterhalb des Lampenloches zu suchen ist. Derartige Störungen lassen sich vom Lampenloch aus nur in beschränktem Umfange, etwa durch Einführung eines Hydrantenschlauches beseitigen; reicht dies nicht aus, so muß die Entfernung des Hindernisses vom nächsten Einsteigeschachte aus erfolgen. Der Schacht der Lampenlöcher erhält eine lichte Weite von 15 bis 25 cm, je nach der Tiefe des Kanales, und besteht aus Tonrohren, Zementbeton oder Eisen. Erfolgt die Abdeckung des Lampenloches im Fahrdamm, so muß man sie so anordnen, daß der Raddruck der Fuhrwerke nicht auf den Rohrschacht und den Rohrkanal übertragen wird. Liegt das Lampenloch an einer solchen Stelle, wo ein schwächeres Gefälle in ein stärkeres übergeht, so wird sein Deckel mit Lüftungsöffnungen versehen. Im allgemeinen sind Lampenschächte jetzt nicht mehr so gebräuchlich wie früher.

### c) Sonstige Vereinigung von Leitungen.

Hausanschlüsse werden durch Rohrstutzen (Abb. 35) oder besser mittels besonderer Einlaßstücke aus gebranntem Ton oder Zementbeton hergestellt. Diese werden an den zuvor ermittelten Stellen eingemauert oder eingeformt und so ausgestaltet, daß sie das Wasser schräg unter 45° mit dem Hauptkanal in die Leitung einführen. In Abb. 40 war bereits ein Kanal mit derartigem Anschlusse gegeben. Abb. 87 und 88 zeigen Einlaßstücke für 1 Stein, Abb. 89 für 1/2 Stein starke Kanalwandungen. Bis zur Herstellung der Zweigleitungen werden die Anschlußöffnungen durch Asphaltkitt unter Benutzung von Verschlößtellern aus gebranntem Ton, Eisen oder Zement verschlossen.

Die Vereinigung begehbarer Kanäle erfolgt stets im Bogen, wobei der Hauptkanal gewöhnlich gerade durchgeht und der Seitenkanal im Bogen tangential angeschlossen wird. Die Gewölbe beider Leitungen endigen in zwei Stirnwänden, welche einen Winkel miteinander bilden, und sind so anzuordnen, daß das innere Widerlager der beiden Kanäle in der Stirn gerade noch  $\frac{1}{2}$  Stein stark ist. Das Kanalprofil, in welches diese beiden Kanäle übergeführt

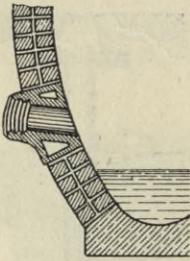


Abb. 87.

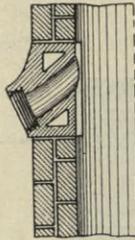


Abb. 88.

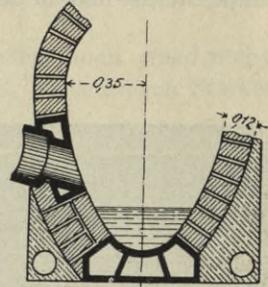


Abb. 89.

werden sollen, endigt am Berührungspunkte der beiden Kanalachsen in einer Stirn. Auf diese Weise entsteht ein etwa trapezförmiger Grundriß, der zu seiner Überdeckung eines Gewölbes bedarf, dessen Spannweite an der Stirn der beiden zu vereinigenden Kanäle am größten ist und von da ab allmählich bis zur Stirn des gemeinsamen Kanales abnimmt, wie es die Tafeln<sup>1)</sup> I und II zeigen. Der Querschnitt des Gewölbes ist an jeder Stelle halbkreisförmig. Man nennt es wegen seiner Form Trompetengewölbe. An der höchsten Stelle dieses Gewölbes ordnet man ein Lüftungsrohr an, durch welches die Luft bei steigendem Wasser aus- und bei fallendem Wasser einströmt. Die inneren Widerlager der zu vereinigenden Kanäle laufen von den Stirnen in den ursprünglichen Profilen weiter und bilden so eine allmählich sich verlaufende Zunge, deren Rücken im vorliegenden Falle, wo die Kanäle in Ziegelmauerwerk ausgeführt sind, aus Werkstein besteht; auch die anschließenden Teile der Sohle stellt man aus gleichem Baustoffe her, weil sie und die Zunge sich in Ziegelmauerwerk nur sehr schwierig herstellen lassen. Bei Herstellung aus Beton läßt sich nicht nur die Zunge besser formen, sondern auch die Stärke des Trompetengewölbes der wechselnden Spannweite besser anpassen.

Die Steigeisen lassen sich an der höchsten Stelle, d. i. derjenigen, an welcher die beiden Kanäle in das Bauwerk münden, bis unten hin nicht bequem anbringen, weshalb man den Einsteigeschacht gern an das untere Ende des Bauwerkes verlegt. An jener Stelle wird dafür das Entlüftungsrohr angeordnet.

### III. Regenüberfälle und Notauslässe.

#### a) Allgemeines.

Der Zweck der Regenüberfälle und Notauslässe ist, wie schon erläutert wurde, der, bei Sturzregen eine Entlastung des Kanalnetzes herbeizuführen, da sich zu

<sup>1)</sup> Die Bauwerke auf Tafel I bis IV sind der Kanalisation von Mainz entnommen.

große, mitunter sogar nicht mehr ausführbare Querschnitte ergeben würden, wenn man die ganze Menge der Niederschläge nach der Mündungsstelle leiten wollte. Man ordnet daher an gewissen Punkten des Kanalnetzes Auslaßstellen nach dem Vorfluter hin'an, welche meistens selbsttätig in Wirksamkeit treten, sobald das Schmutzwasser durch das hinzukommende Regenwasser eine ausreichende Verdünnung erfahren hat, so daß es ohne Nachteile in die offenen Wasserläufe eingeführt werden kann. Die Auslaßstellen werden als Überfallschwelle ausgeführt (Abb. 90), über welche das Wasser durch den Auslaßkanal K zum Vorfluter abfließt.

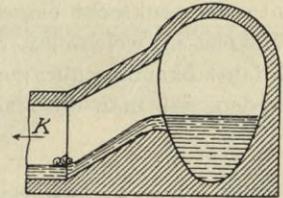


Abb. 90.

Der Verdünnungsgrad, welcher das Verhältnis der sekundlich abzuführenden Regenmenge zur sekundlich abzuführenden Brauchwassermenge darstellt, muß natürlich um so größer sein, je kleiner und weniger rein der Wasserlauf und je geringer dessen Abflußgeschwindigkeit ist.  $n$  hat also, den örtlichen Verhältnissen entsprechend, verschiedene Werte; er schwankt bei den Ausführungen verschiedener großer Städte zwischen 2,1 und 9,5. Ehe man an die Konstruktion herangeht, muß daher festgestellt werden, welcher Verdünnungsgrad für die betreffende Kanalisation zu wählen ist.

Man soll mit der Entlastung frühzeitig beginnen und sie an geeigneten Stellen wiederholen.

### b) Konstruktion.

Die Regenüberfälle werden so konstruiert, daß man die eine Kanalwand nur bis zu der berechneten, von dem Verdünnungsgrade abhängigen Höhe emporführt. Die Breite des Überfalles ist reichlich zu bemessen, damit ein sicherer Abfluß bei mäßiger Überfallhöhe stattfinden kann. Die Kronenbreite der Schwelle macht man möglichst schmal ( $\frac{1}{2}$  Stein), um eine möglichst günstige Wirkung zu erzielen. Zu beiden Seiten des Überfalles werden als Abschluß Stirnwände angeordnet.

In Abb. 91 ist eine häufig ausgeführte Anordnung dargestellt. Die Überdeckung der Schwelle erfolgt hier durch einen Bogen, was bei nicht allzu großer Breite des Überfalles genügt. Der Notauslaßkanal zweigt, wie die Abbildung zeigt, und was die Regel für die Mehrzahl der Anordnungen ist, rechtwinklig zur Kanalrichtung ab. Durch eine an die Schwelle anschließende Kammer wird der Übergang in das für den Auslaßkanal gewählte Profil (hier ein Haubenprofil) vermittelt.

Bei großer Überfallbreite ist es zweckmäßig, Notauslaß und Sammelkanal, nur durch die Überfallschwelle getrennt, nebeneinander zu legen und sie mit einem Gewölbe zu überspannen; der Auslaßkanal zweigt dann unterhalb im Bogen vom Sammelkanal ab (Abb. 92).

Mitunter ist es nicht möglich, den Überfallrücken vollkommen hochwasserfrei zu legen, so daß zeitweise Hochwasser aus dem Vorfluter in den Kanal tritt, falls nicht ein Verschuß angebracht wird. Dies ist nicht besonders nachteilig, sobald die Kellersohlen hochwasserfrei liegen, da die Verschlammung der überfluteten Strecken nur vorübergehend ist. Muß aber mit Rücksicht auf nicht hochwasserfreie Lage der Keller ein Abschluß vorgenommen werden, so kann dieses durch Schützen, Dambalken, Klappen und ähnliche Vorrichtungen geschehen. Bei nur mäßigen Schwankungen im Wasserspiegel des Vorfluters wird meistens die Überfallschwelle durch Dambalken erhöht, die sich zum Verschuß breiter Öffnungen

eignen und sich auch leicht handhaben lassen. Diese Dammbalken sind, wie das z. B. auch bei der Berliner Anordnung (Abb. 93) der Fall ist, hochkantige, eiserne, sorgfältig abgeschliffene Platten von 3 cm Stärke und 10 cm Höhe, welche zwischen Führungsleisten (mit oder ohne Holzbekleidung) von oben zwischen seitlich angebrachte Führungseisen eingeschoben werden. Man kann durch die Zahl dieser Platten die Überfallschwelle dem betreffenden Hochwasserstande entsprechend erhöhen bzw. mit Sinken des letzteren wieder verringern. Die Führungseisen sind entweder senkrecht eingemauerte eiserne Platten von gleichfalls 3 cm Stärke oder Winkeleisen, welche mit Steinschrauben im Mauerwerk befestigt werden. Das die Notauslaßkammer quer zum Überfall abschließende Gewölbe muß so hoch angeordnet werden, daß man die Dammbalken noch von oben einschieben kann.

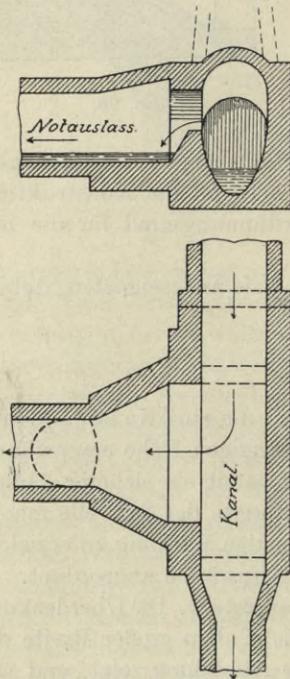


Abb. 91.

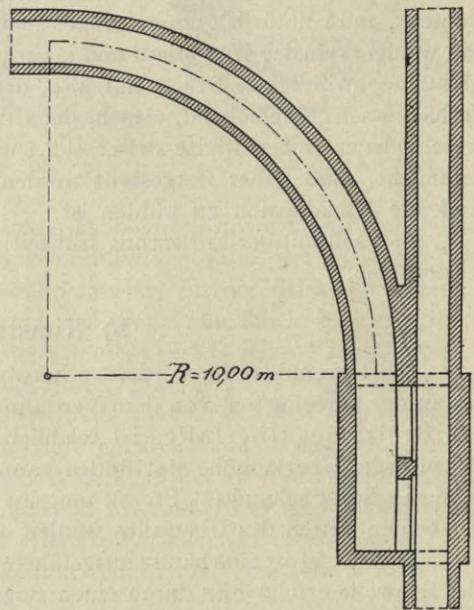


Abb. 92.

Bei sehr breiten Überfällen genügen die Dammbalken für den Wasserdruck nicht mehr und müssen daher geteilt werden, was durch senkrechte, in der Überfallmauer und im Gewölbe eingemauerte Kreuzeisen (Abb. 93) oder Winkelstützen aus 2  $\perp$  oder 4  $\perp$ -Eisen geschieht. Die Dammbalken besitzen an den Enden einen schwalbenschwanzförmigen Einschnitt, welcher genau über die mit einer Schneide versehenen Führungseisen paßt. Um bei mehrfacher Teilung der Dammbalken diese nun zwischen zwei Kreuzeisen einschieben zu können, muß in einem der letzteren ein kleiner Ausschnitt von der Höhe der Dammbalken über H.W. angebracht werden. Man kann die Öffnung auch durch Pfeiler in einzelne Teile zerlegen, und die Führungseisen an beiden Seiten der Pfeiler einmauern.

Einen Klappenverschluß zeigt Tafel III (Kanalisation von Mainz).

Bei hohem Wasserdruck verwendet man als Dammbalken Profileisen, welche in  $\square$ -Eisen geführt werden, gegen diese aber durch Gummi, Hartblei oder Bronze besonders abzudichten sind.

Es wurde bereits erwähnt, daß alle Eisenteile gegen Rosten zu schützen sind. Man teert daher die genannten oder verzinkt sie auch. Um die Dammbalken jederzeit zur Hand zu haben, mauert man in die Wand neben der Überfallschwelle Eisenstäbe ein, auf welche die Dammbalken gelagert werden.

Müssen Überschwemmungen der Kanäle durch Hochwasser vom Flusse aus dem genannten Grunde vermieden werden, so muß der Notauslaß ganz gegen

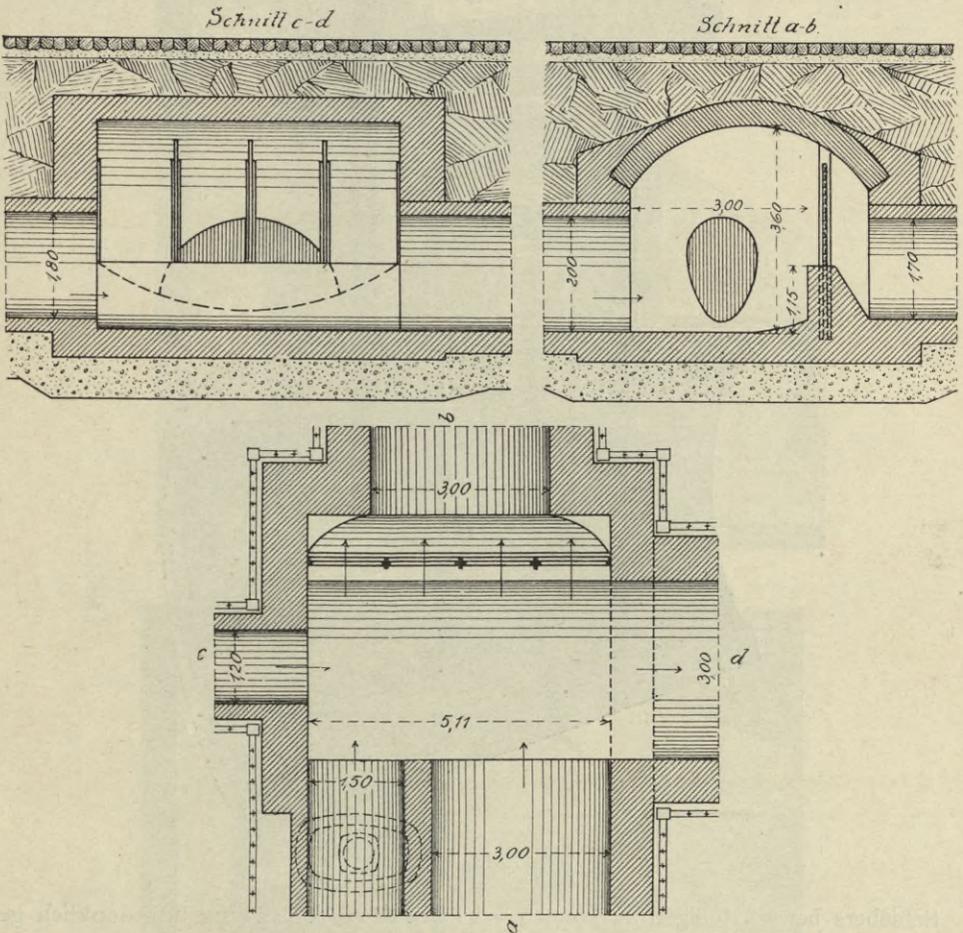


Abb. 93.

den Fluß abzuschließen sein. Auch der Regenüberfall zum Hauptnotauslaß am Sandfange wird zweckmäßig so ausgebildet, daß er zeitweise ganz ausgeschaltet werden kann, damit man bei Betriebsstörungen in der Reinigungsanlage oder in ihrer Zuleitung das ganze Abwasser nach dem Vorfluter abführen kann. Zu diesem Zwecke werden eiserne Schieber von entsprechender Höhe eingebaut, welche im Bedarfsfalle aufgezogen werden. Häufig wird jedoch der Notauslaß durch einen Spindelschieber (Abb. 94) ganz abgeschlossen und nur geöffnet, wenn das Abwasser bei starken Regenfällen den verlangten Verdünnungsgrad erreicht hat. Da sich in nächster Nähe auf dem Pumpwerk oder der Reinigungsanlage stets Personal befindet, um das rechtzeitige Öffnen und Schließen des

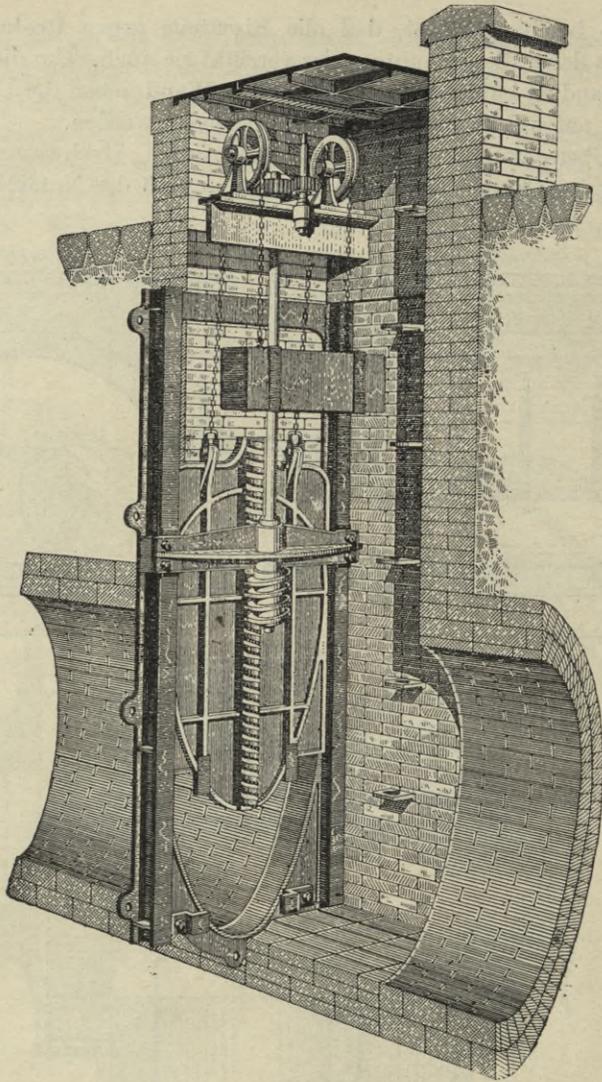


Abb. 94.

Schiebers bewerkstelligen zu können, so kann diese Anordnung unbedenklich getroffen werden.

Häufig ordnet man auch selbsttätige Verschlüsse in Form von Hängeklappen oder Stemmtoren an der Mündung des Notauslasses in den Vorfluter an, um sich gegen plötzlich auftretendes Hochwasser zu sichern. Da sie aber unsicher in ihrer Wirkung sind, so machen sie von Hand zu bedienende Verschlüsse nie entbehrlich. Die Hängeklappen werden schräg aufgehängt, damit das vom Kanal kommende Wasser sie öffnen kann, während sie geschlossen bleiben, wenn vom Vorfluter her Überdruck vorhanden ist.

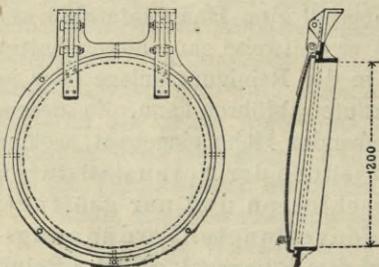


Abb. 95.

Abb. 95 zeigt einen derartigen Hängeklappenverschluß. Damit sie leichter beweglich sind, versieht man sie auch mit einem Gegengewicht, welches

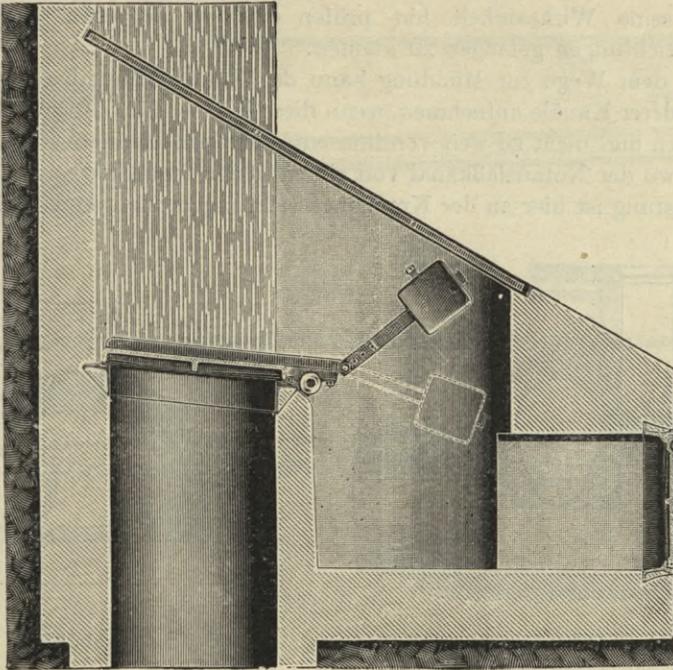
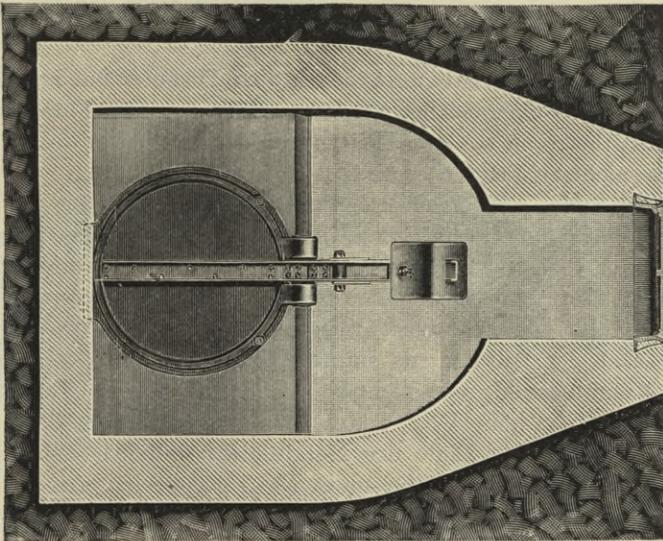


Abb. 96.



auch umklappbar eingerichtet wird, um die Klappe nach Eintritt des Hochwassers in der Verschlußstellung zu sichern (Abb. 96). Stemmtore werden wie im Wasserbau für Siele üblich, konstruiert und erhalten die dort bereits erwähnten „Aufhalter“, damit sie sich beim Öffnen nicht völlig gleich-

laufend zur Strömungsrichtung des Auslasses einstellen können, weil sie sich sonst nicht selbsttätig schließen würden.

Jeder Notauslaß erhält einen Einsteigeschacht oder eine Zugangsstelle, um ihn auf seine Wirksamkeit hin prüfen oder an die etwa vorhandenen Verschlussvorrichtungen gelangen zu können.

Auf dem Wege zur Mündung kann der Notauslaßkanal auch das Überlaufwasser anderer Kanäle aufnehmen, wenn diese in einer für die Entlastung günstigen Höhe liegen und nicht zu weit von ihm entfernt sind. Abb. 97 stellt einen Berliner Fall dar, wo der Notauslaßkanal von einem höher liegenden Kanal gekreuzt wird. Die Entlastung ist hier an der Kreuzungsstelle angeordnet, so daß ein Zweigauslaß

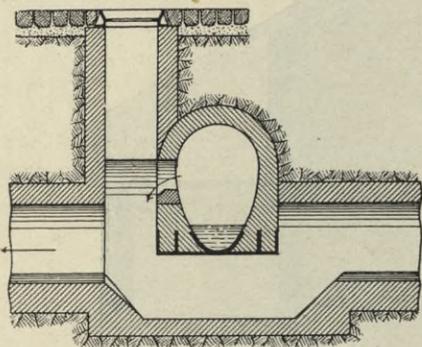


Abb. 97.

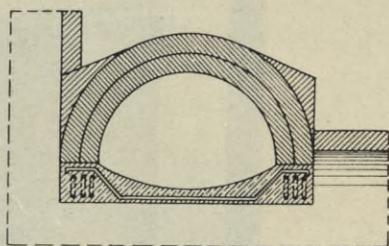


Abb. 98.

überflüssig wird. Der Kanal hat eine Sohle aus Eisen erhalten, um möglichst an Höhe für den Auslaß zu gewinnen. Man könnte sie auch aus Eisenbeton nach Abb. 98 herstellen.

Die Mündung des Notauslasses in den Vorfluter hat schräg zur Stromrichtung (Abb. 18) an einer solchen Stelle zu erfolgen, wo im Flusse eine möglichst starke Strömung herrscht, so daß Ablagerungen der im Überfallwasser mitgeführten Schmutzstoffe nicht zu befürchten sind, also in der Konkaven.

An dieser Stelle sei nochmals betont, daß die Mündung des Notauslasses nicht unter dem Sommerhochwasserspiegel des Vorfluters liegen darf, daß aber seine Sohle unter dem niedrigsten Wasserstande in die Vorflut einmünden soll (vgl. C, II, c, S. 25). Man läßt daher gewöhnlich den Wasserspiegel des Notauslasses bis zur Höhe des Sommerhochwassers fallen und stattet die Sohle in der untersten Strecke der Leitung mit entsprechend stärkerem Gefälle aus, falls der Austritt der Mündungssohle noch nicht den tiefsten Wasserstand erreicht (Abb. 99). Handelt es sich um ein hohes Ufer, und hat man ein starkes Gefälle zur Verfügung, so läßt man das unterste Ende des Notauslasses plötzlich abfallen (Abb. 100), um den Austritt der Mündungssohle unter Niedrigwasser zu erreichen. Man spart dadurch an Erdarbeiten, und die Wirksamkeit des Notauslasses wird auch bei höheren Wasserständen nicht beeinträchtigt.

Herrscht im Vorfluter nur geringe Stromgeschwindigkeit, so verlängert man den Notauslaß durch ein im Flußbett verlegtes und durch Pfähle gesichertes Rohr bis zum Stromstrich, oder man zweigt, wenn sich dieser Ausführung Schwierigkeiten entgegenstellen würden, ein kleineres Rohr kurz vor der Mündung nach Abb. 101 ab und leitet mit diesem die weniger verdünnten Wassermengen schwächerer Regen-

fälle bis zur Strommitte, während die bei starken Regenfällen abzuführenden und genügend verdünnten großen Wassermengen von der eigentlichen Mündung des Notauslasses abgeführt werden.

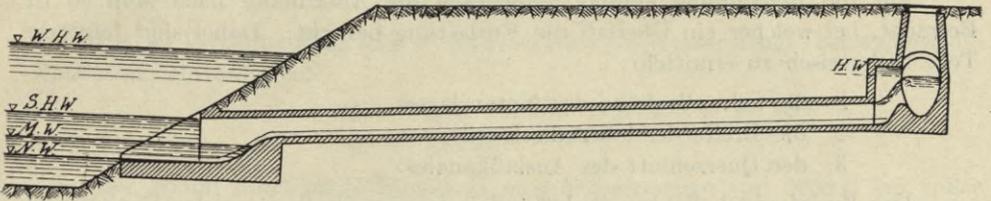


Abb. 99.

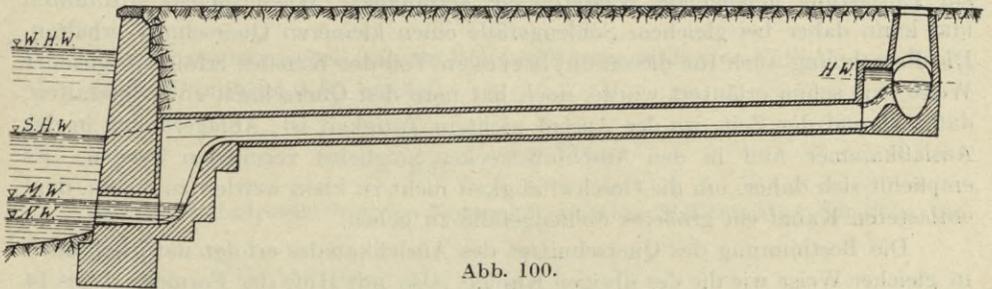


Abb. 100.

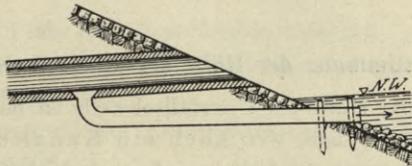


Abb. 101.

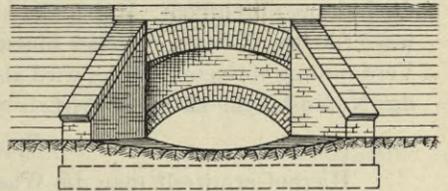
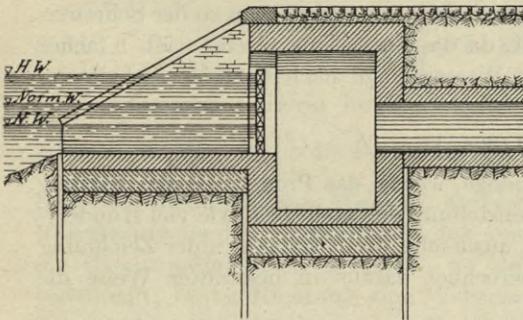


Abb. 102.

Das Mündungsbauwerk kann für größere Notauslässe nach Abb. 102 ausgeführt werden. Um große Schmutzstoffe vom Eintritt in den Fluß abzuhalten, erhält es einen Schlammfang oder ein Abschlußgitter.

## c) Berechnung der Notauslässe.

### 1. Allgemeines.

Für die Berechnung kommt namentlich die Anordnung nach Abb. 90 in Betracht, bei welcher ein Überfall die Entlastung bewirkt. Dabei sind folgende Teile rechnerisch zu ermitteln:

1. die Schwellenhöhe des Notauslasses,
2. die Breite der Überfallschwelle,
3. der Querschnitt des Auslaßkanales.

Der Kanal oberhalb der Auslaßstelle, also unmittelbar vor der Entlastung, wird für die gesamte nach dem Notauslaß gelangende Wassermenge nach den bereits gegebenen Regeln berechnet. Unterhalb des Auslasses hat er aber eine um die zur Entlastung gelangende Wassermenge verminderte Wassermenge abzuführen und kann daher bei gleichem Sohlengefälle einen kleineren Querschnitt erhalten. Die Berechnung auch für diesen entlasteten Teil des Kanales erfolgt in gleicher Weise, wie schon erläutert wurde, doch hat man den Querschnitt so zu gestalten, daß während der Zeit, wo der Auslaß nicht in Tätigkeit ist, Ablagerungen in der Auslaßkammer und in den Anschlußstrecken möglichst vermieden werden. Es empfiehlt sich daher, um die Geschwindigkeit nicht zu klein werden zu lassen, dem entlasteten Kanal ein größeres Sohlengefälle zu geben.

Die Bestimmung des Querschnittes des Auslaßkanales erfolgt natürlich auch in gleicher Weise wie die der übrigen Kanäle, also mit Hilfe der Formeln 10 bis 14 oder der Tabellen I bis V.

### 2. Bestimmung der Höhe der Überfallschwelle.

Die Bestimmung der Höhe der Überfallschwelle ist im Grunde nichts anderes als die Beantwortung der Frage, wie hoch ein Kanal bei Abführung einer bestimmten Wassermenge zu füllen ist; man kann dafür also die zeichnerischen Tabellen VI bis XI benutzen.

Zunächst muß diejenige Wassermenge ermittelt werden, welche am Überfall die Leitung durchfließt. Man findet sie einfach dadurch, indem man zu der Schmutzwassermenge  $Q$  deren  $n$  faches hinzuzählt, da die Entlastung ja erst nach  $n$  facher Verdünnung eintreten soll; es wird also die Wassermenge, nach deren Überschreitung der Notauslaß in Tätigkeit tritt:

$$Q_1 = Q(n + 1).$$

Hierauf ermittelt man die Wassermenge, welche das Profil bei voller Füllung abführt, aus der entsprechenden Zusammenstellung und stellt fest, wie viel Hundertteile der Gesamtmenge das berechnete  $Q_1$  ausmacht, greift sodann in der Zeichnung den zugehörigen Prozentsatz ab und berechnet daraus in bekannter Weise die Füllhöhe für die vorliegende Profilhöhe.

Ein Beispiel erklärt am einfachsten den Vorgang.

**Beispiel.** Ein Eiprofil 1,00/1,50 habe bei einem Gefälle von 3 ‰ eine Wassermenge von 1978 sl abzuführen. Die Brauchwassermenge beträgt 0,6 sl/ha, die Regenmenge 60 sl/ha. Das Profil soll durch einen Notauslaß entlastet werden, sobald das Schmutzwasser eine 3 fache Verdünnung erreicht hat.

**Lösung.** Die vom Profil im ganzen abzuführende Schmutzwassermenge ergibt sich aus der Beziehung

$$Q = \frac{0,6 \cdot 1978}{60} = 19,8 \text{ sl.}$$

Da der Verdünnungsgrad  $n = 3$  ist, so wird die Wassermenge, bei welcher die Entlastung eintreten soll,

$$Q_1 = Q (n + 1) = 19,8 (3 + 1) = 19,8 \cdot 4 \\ Q_1 = 79,2 \text{ sl.}$$

Der Kanal führt nach Tabelle II eine Wassermenge von 2050 sl bei voller Füllung ab, man erhält also als Prozentsatz der Wassermenge  $Q_1$  von der Gesamtmenge:

$$\frac{79,2 \cdot 100}{2050} = 3,86 \%$$

Aus der zeichnerischen Tabelle VII erhält man dafür eine Füllhöhe von 15 %, also, da die Profilhöhe 1,50 beträgt,

$$\frac{1,50 \cdot 15}{100} = 0,225 \text{ m.}$$

Die Überfallschwelle für den Notauslaß ist also **22,5 cm** über der Sohle anzulegen.

### 3. Berechnung der Breite der Überfallschwelle.

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich

1. Der Wasserspiegel des Notauslaßkanales am Überfall liegt unter der Überfallschwelle;
2. Der Wasserspiegel des Notauslaßkanales am Überfall liegt über der Überfallschwelle.

Im ersten Falle entsteht ein vollkommener Überfall, welcher nach der aus dem Wasserbau (II. Teil) bekannten Gleichung

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \cdot \sqrt{2g} (h + k^{3/2}) \quad \dots \quad 22)$$

zu berechnen ist. Hierin bedeutet  $Q$  die abzuführende Wassermenge,  $h$  die Überfallhöhe des Wassers,  $b$  die Breite des Überfalles und  $k = \frac{v^2}{2g}$  die Geschwindigkeitshöhe des ankommenden Wassers, senkrecht zur Wehrrichtung,  $g = 9,81 \text{ m}$  die Beschleunigung der Schwere und  $\mu$  den Ausflußbeiwert. Nun ist aber zwar im Kanal die Geschwindigkeit in der Zeit, wo der Notauslaß in Tätigkeit ist, ziemlich bedeutend; in der Richtung zum Wehrrücken ist sie jedoch unerheblich, so daß  $k$  vernachlässigt werden kann und die Gleichung die Form

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h \cdot \sqrt{2g h} \quad \dots \quad 23)$$

annimmt.  $\mu$  hängt bekanntlich von der Ausgestaltung der Wehrkrone und davon ab, in welchem Umfange die seitliche Einschnürung des zum Abflusse gelangenden Wassers durch Leitwände aufgehoben wird. Nun kann man wohl, um den Abfluß



**Beispiel 1.** Die Breite des Notauslasses ist für einen Kanal zu berechnen, dessen Wasserspiegel bei Beginn der Entlastung auf + 63,87 gestiegen ist. Der Wasserspiegel des Notauslaßkanales liegt auf + 63,28, die Höhenlage der Überfallschwelle sei ermittelt zu + 63,62. Die abzuführende Wassermenge betrage 460 sl.

**Lösung.** Die gegebenen Verhältnisse sind in Abb. 104 dargestellt. Daraus ergibt sich, daß im vorliegenden Falle ein vollkommener Überfall gebildet wird. Man erhält

$$h = 63,87 - 63,62 = 0,25 \text{ m}$$

mithin aus Gleichung 24:

$$b = \frac{Q}{2 h \cdot \sqrt{h}} = \frac{0,460}{2 \cdot 0,25 \cdot \sqrt{0,36}} = \frac{0,460}{0,50 \cdot 0,6}$$

$$b = 1,53 \text{ m}$$

als Breite der Überfallschwelle.

**Beispiel 2.** Ein Kanal, welcher eine Wassermenge von 490 Sekundenlitern bei einem Gefälle von 1 ‰ abzuführen hat, soll durch einen Notauslaß entlastet werden. Die Überfallschwelle liegt auf + 84,67, der Wasserspiegel des Hauptkanales auf + 85,32, derjenige des Notauslasses 25 cm höher als die Überfallschwelle, nämlich auf + 84,92. An der Entlastungsstelle mündet noch ein Nebenkanaal in den Sammelkanal ein, welcher bei einem Gefälle von 4 ‰ eine Wassermenge von 334 sl abzuführen hat. Der Scheitel dieses Kanales liegt in gleicher Höhe wie der des Hauptkanales. Die Kanalquerschnitte und die Breite der Überfallschwelle des Notauslasses sind zu bestimmen für den Fall, daß nach hinreichender Verdünnung noch 40 sl Wasser vom Hauptkanal weiterzuführen sind.

**Lösung:** Aus Tabelle II für „Eiprofil“ erhält man für eine Wassermenge von 490 sl und ein Gefälle von 1 ‰ den Querschnitt des Hauptkanales zu:

$$F_1 = \frac{0,80}{1,20}$$

Ferner für eine Wassermenge von 334 sl und ein Gefälle von 4 ‰ den Querschnitt des Nebenkanales zu:

$$F_2 = \frac{0,50}{0,75}$$

Da der Wasserspiegel des Notauslasses höher liegt als die Überfallschwelle, so ist ein unvollkommener Überfall vorhanden. Der Wasserspiegel des Sammelkanales wird mit Hilfe der zeichnerischen Tabelle VII ermittelt. Die abzuführende Wassermenge beträgt im Eiprofil  $\frac{0,80}{1,20}$ , da das Fassungsvermögen des Querschnittes bei dem gegebenen Gefälle 645 sl ist:

$$\frac{490 \cdot 100}{645} = 76,0 \%$$

der Wassermenge, welche das Profil bei voller Füllung abführen kann. Nach der zeichnerischen Tabelle VII entspricht diesem Prozentsatz eine Füllhöhe von

$$\frac{1,20 \cdot 70}{100} = 0,84 \text{ m.}$$

Auf gleiche Weise erhält man für den Nebkanal von  $\frac{0,50}{0,75}$  Querschnitt, welcher bei einem Gefälle von  $4 \text{ ‰}$  369 sl mit einer Geschwindigkeit von 1,25 m abführen kann, daß die wirklich abzuführende Wassermenge

$$\frac{334 \cdot 100}{369} = 90,5 \text{ ‰}$$

von derjenigen beträgt, welche der Kanal bei dem gegebenen Gefälle und voller Füllung abführen könnte. Dafür erhält man aus Tabelle VII eine Füllhöhe von

$$\frac{0,75 \cdot 79}{100} = 0,59 \text{ m}$$

über der eigenen Sohle und, weil die Scheitel beider Kanäle in einer Höhe liegen sollen, eine Höhe von 1,04 m über der Sohle des 45 cm tiefer liegenden Sammel-

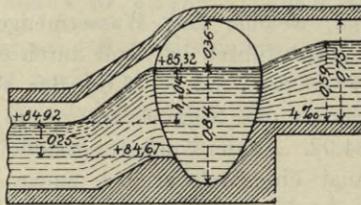


Abb. 105.

kanales (Abb. 105). Da der Wasserspiegel im Sammelkanale auf + 85,32, derjenige des Notauslasses auf + 84,92 liegen soll, so erhält man

$$h_1 = 85,32 - 84,92 = 0,40 \text{ m.}$$

Die durch Entlastung in den Notauslaß abzuleitende Wassermenge beträgt

$$490 - 40 = 450 \text{ sl.}$$

Der Abstand des Wasserspiegels im Notauslaß von der Überfallschwelle ist

$$h_2 = 84,92 - 84,67 = 0,25 \text{ m,}$$

so daß man für die Überfallbreite aus Gleichung 25 erhält:

$$b = \frac{0,450}{2 \cdot 0,40 \cdot \sqrt{0,40 - 0,25}} = \frac{0,450}{0,8 \cdot \sqrt{0,15}}$$

$$b = 1,45 \text{ m.}$$

#### 4. Zusammenhängende Beispiele.

**Beispiel 1.** Ein bis Kämpferhöhe für eine Gesamtwassermenge von 1332 sl berechneter Eikanal führt mit einem Gefälle von 1 : 1250 eine Brauchwassermenge von 115 sl ab; er soll einen Notauslaß erhalten, der bei 4facher Verdünnung des Brauchwassers in Tätigkeit treten soll. Das Gelände liegt an der Auslaßstelle auf + 136,33, die Kanalsohle auf + 131,78. Die projektierte Mündung des Auslaßkanales liegt etwa 40 m vom Notauslaß entfernt. Der Hochwasserstand ist + 132,00, der

Mittelwasserstand + 130,45, der Niedrigwasserstand + 130,05. Der entlastete Kanal erhält ein Gefälle von 1 : 200. Die Kanalquerschnitte und der Notauslaß sind zu berechnen.

**Lösung :**

1. Bestimmung des Kanalquerschnittes vor der Entlastung.

Die abzuführende Wassermenge beträgt 1332 sl, das Gefälle 1 : 1250. Dafür findet man aus der Tabelle II ein

*q<sub>10</sub>*  
**Eiprofil 1,05/1,65.**

Um die Höhe der Überfallschwelle zu ermitteln, muß man feststellen, wie hoch der Kanal durch die 4 fach verdünnte Brauchwassermenge angefüllt wird. Man erhält diese aus

$$Q_1 = Q \cdot (n + 1) = 115 (4 + 1) = 5 \cdot 115$$

$$Q_1 = 575 \text{ sl} = 0,575 \text{ cbm.}$$

Dies sind, da nach Tabelle II das Profil  $\frac{1,05}{1,65}$  bei einem Gefälle 1 : 1250 eine Wassermenge von 1370 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 0,98 \text{ m/sek}$  bei voller Füllung abführen kann,

$$\frac{575 \cdot 100}{1370} = 42 \%$$

der Wassermenge bei voller Füllung. Diesem Prozentsatz entspricht nach der zeichnerischen Tabelle VII eine Füllhöhe von

$$\frac{1,65 \cdot 50}{100} = 0,825 \text{ m} = \text{rd. } 0,83 \text{ m.}$$

2. Bestimmung der Überfallschwelle des Notauslasses.

Darnach ergibt sich, da die Kanalsole auf + 131,78 liegt, die Höhe der Überfallschwelle (Abb. 106)

$$+ 131,78 + 0,83 = + 132,61.$$

Der Sammler hat eine Wassermenge von 1332 sl bis zum Notauslaß abzuführen. Das entspricht

$$\frac{1332 \cdot 100}{1370} = 97 \%$$

der gesamten Wassermenge, welche der Kanal bei voller Füllung abführen würde und einer Füllhöhe von

$$\frac{1,65 \cdot 83}{100} = 1,35 \text{ m,}$$

so daß der Wasserspiegel des Sammlers auf

$$+ 131,78 + 1,35 = + 133,13$$

zu liegen kommt. Demnach erhält man

$$h = + 133,13 - 132,61$$

$$h = 0,52 \text{ m}$$

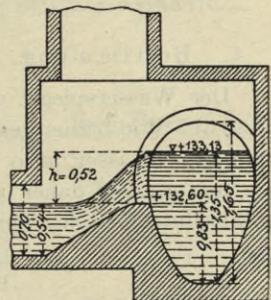


Abb. 106.

und die Breite der Überfallschwelle aus Gleichung 24

$$b = \frac{Q}{2h\sqrt{h}}$$

Die über die Überfallschwelle abzuleitende Wassermenge wird

$$Q_2 = Q - Q_1 = 1332 - 575 = 757 \text{ sl} = 0,757 \text{ cbm},$$

so daß man erhält:

$$b = \frac{0,757}{2 \cdot 0,52 \cdot \sqrt{0,52}} = \frac{0,757}{0,75} = 1,04 \text{ m}.$$

Um den Raum nicht zu sehr zu beschränken, soll

$$b = \text{rd. } 1,50 \text{ m}$$

gewählt werden.

### 3. Bestimmung des Querschnittes des entlasteten Kanales.

Die Wassermenge bis zum Notauslaß betrug 1332 sl, die von da ab noch weiterzuführende Wassermenge

$$Q_1 = 575 \text{ sl}.$$

Der entlastete Kanal soll ein Gefälle von 1 : 200 erhalten, dann erhält man für diese Wassermenge und dieses Gefälle aus Tabelle II ein

$$\text{Eiprofil } 0,60/0,90,$$

welches bei dem Gefälle 1 : 200 und bei voller Füllung 668 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 1,59 \text{ m}$  abführen würde.

Die vom Kanal tatsächlich abzuführende Wassermenge beträgt also

$$\frac{575 \cdot 100}{668} = 86,3 \text{ } \%$$

der obengenannten. Die Füllhöhe erhält man dann aus der zeichnerischen Tabelle VII zu

$$\frac{0,90 \cdot 77}{100} = 0,693 \text{ m}.$$

### 4. Bestimmung des Querschnittes des Notauslaßkanales.

Der Wasserspiegel des Notauslasses an der Überfallschwelle ist gegeben zu + 132,61. Wie früher gesagt wurde, soll der Wasserspiegel der Mündung über dem Sommerhochwasser, also über + 132,00 liegen. Nimmt man den Wasserspiegel des Notauslasses daher an der Mündungsstelle auf + 132,20 an, so erhält man das absolute Gefälle, wenn der Wasserspiegel an der Abzweigung auf + 132,60 liegt,

$$h = 132,60 - 132,20 = 0,40 \text{ m},$$

und da die Mündung des Auslasses von der Abzweigung 40 m entfernt liegt, so ergibt sich das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,40}{40} = 0,010 = 10 \text{ } \text{‰} = 1 : 100.$$

Die vom Profile abzuführende Wassermenge ist

$$Q = 1332 - 575 = 757 \text{ sl}.$$

Für diese Wassermenge und das berechnete Gefälle 1 : 100 erhält man aus Tabelle II ein Kreisprofil mit dem Durchmesser

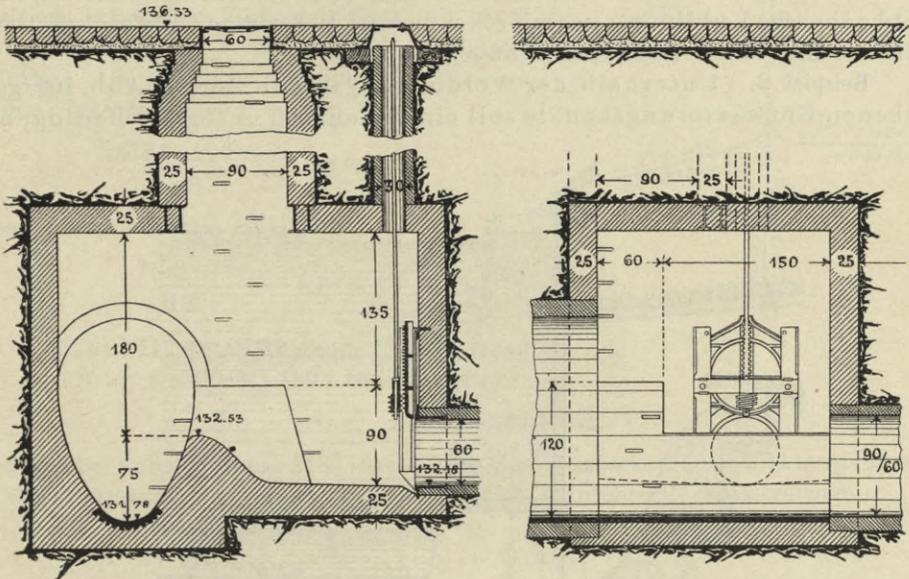
$$d = 0,70 \text{ m.}$$

Dieses Profil würde bei voller Füllung eine Wassermenge von 875 sl mit einer Geschwindigkeit von 2,27 m/sek abführen. Die tatsächlich abzuführende Wassermenge beträgt hiervon

$$\frac{757 \cdot 100}{875} = 86,5 \text{ ‰.}$$

Dem entspricht eine aus Tabelle VII zu ermittelnde Füllhöhe von

$$\frac{0,70 \cdot 77}{100} = 53,9 \text{ cm} = \text{rd. } 54 \text{ cm,}$$



*Mündung des Auslasskanals.*

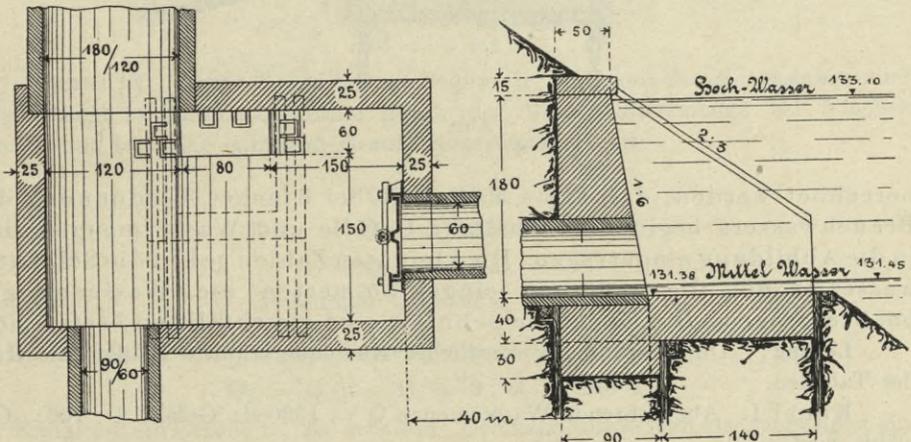


Abb. 107.

so daß die Sohle des Notauslasses an der Mündung auf

$$+ 132,20 - 0,54 = + 131,66$$

zu liegen kommt. An der Abzweigungsstelle muß sie, da der Wasserspiegel des Notauslasses hier auf  $+ 132,60$  liegt, die Ordinate

$$+ 132,60 - 0,54 = + 132,06$$

haben.

Um nun auch der Bedingung zu genügen, welche bei der Besprechung der Notauslässe gestellt wurde, daß die Sohle des Notauslasses unter dem Niedrigwasser des Vorfluters einmünden soll, bildet man die Mündung nach Abb. 108 mit einem Absturz aus.

Das Bauwerk des Notauslasses kann nach Abb. 107 durchgebildet werden, welche ähnliche Verhältnisse, nur mit etwas anderen Maßen zeigt. Die Konstruktion fällt mit Hilfe dieser Abbildung nicht schwer.

**Beispiel 2.** Unterhalb der Vereinigungsstelle der in Abb. 109 gegebenen Entwässerungskanäle soll ein Notauslaß unter der Bedingung

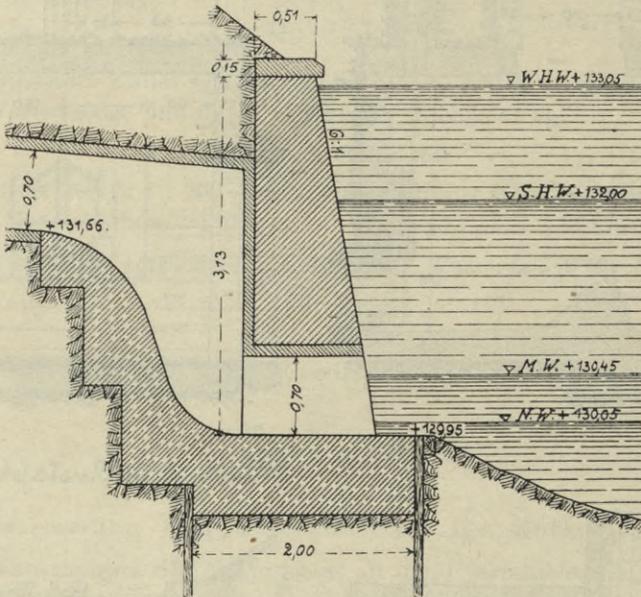


Abb. 108.

berechnet werden, daß seine Tätigkeit bei 5facher Verdünnung des Brauchwassers beginnt. Sämtliche Gefälle und Wassermengen sind in die Abbildung eingetragen. Die kleineren Zahlen geben die Schmutzwassermenge, die größeren eingeklammerten die Wassermengen bei Sturzregen. Die Kanalquerschnitte sind gleichfalls zu bestimmen.

**Lösung:** Die Bestimmung sämtlicher Kanalquerschnitte erfolgt mit Hilfe der Tabellen.

Kanal I. Abzuführende Wassermenge  $Q = 1330$  sl; Gefälle  $1 : 100$ . Gewählt wird:

**Eiprofil 0,70/1,05,**

welches bei voller Füllung 1420 sl mit einer Geschwindigkeit von 2,53 m/sek abführen würde. Die wirklich abzuführende Wassermenge beträgt hiervon:

$$\frac{1330 \cdot 100}{1420} = 93,6 \text{ ‰}$$

Dem entspricht eine Füllhöhe

$$\frac{1,05 \cdot 82}{100} = 0,86 \text{ m.}$$

Kanal II. Abzuführende Wassermenge  
 $Q = 2384 \text{ sl}$ ; Gefälle 1 : 200. Gewählt wird:

**Eiprofil 1,0/1,50,**

welches bei voller Füllung 2640 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 2,30 \text{ m Sek.}$  abführen würde. Die wirklich abzuführende Wassermenge beträgt hiervon:

$$\frac{2384 \cdot 100}{2640} = 90,3 \text{ ‰}$$

Dem entspricht eine Füllhöhe

$$\frac{1,50 \cdot 79}{100} = 1,18 \text{ m.}$$

Kanal III. Abzuführende Wassermenge  
 $Q = 2120 \text{ sl}$ ; Gefälle 1 : 166. Gewählt wird:

**Eiprofil 0,90/1,35,**

welches bei voller Füllung 2180 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 2,34 \text{ m}$  abführen würde. Demnach beträgt hiervon die wirklich abzuführende Wassermenge

$$\frac{2120 \cdot 100}{2180} = 97,5 \text{ ‰}$$

wonach sich die Füllhöhe ergibt zu

$$\frac{1,35 \cdot 84}{100} = 1,13 \text{ m.}$$

Kanal IV. Dieser Kanal hat zu Beginn der Tätigkeit des Notauslasses eine Wassermenge abzuführen, welche gleich der Brauchwassermenge bei 5 facher Verdünnung ist. Die einzelnen Brauchwassermengen sind:

$$\begin{array}{r} Q_I = 10 \text{ sl} \\ Q_{II} = 15 \text{ sl} \\ \hline Q_{III} = 16 \text{ sl} \\ \hline \text{zusammen } Q = 41 \text{ sl} \end{array}$$

so daß sich für Kanal IV eine Wassermenge ergibt

$$Q_1 = Q(n + 1) = 6 \cdot 41 = 246 \text{ sl.}$$

Der Kanal soll ein Gefälle 1 : 200 erhalten. Demnach würde man als Querschnitt ein

**Eiprofil 0,50/0,75**

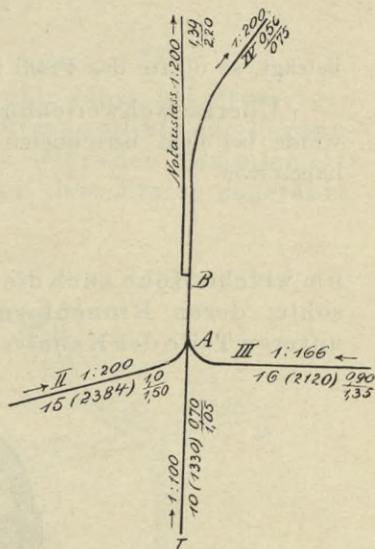


Abb. 109.

erhalten, welches bei voller Füllung eine Wassermenge von 401 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 1,40$  m/sek abführt. Nun kommt aber in einiger Entfernung von der Auslaßstelle neuer Zufluß für Kanal V hinzu. Da jedoch die an der Auslaßstelle abzuführende Wassermenge nur

$$\frac{246 \cdot 100}{401} = 61,3 \%$$

beträgt, so dürfte das Profil bis zum nächsten Einsteigeschacht genügen.

Überfallschwellehöhe des Notauslasses. Der 0,75 m hohe Kanal IV würde bei dem berechneten Wassermengenprozensatz von 61,3 eine Füllhöhe haben von

$$\frac{0,75 \cdot 62}{100} = 0,465 \text{ m,}$$

um welche Höhe auch die Schwelle des Notauslasses über der Kammer-  
sohle, deren Rinnenform zur Vermeidung von Ablagerungen dem unteren Teile des Kanales IV entsprechen muß (Abb. 110), anzulegen ist.

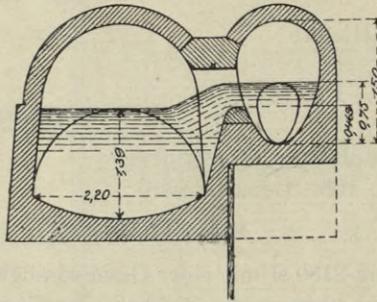


Abb. 110.

Überfallschwellebreite des Notauslasses. Soll im Kanal V kein Überdruck eintreten, so darf der Wasserspiegel in der Notauslaßkammer nur bis zur Scheitelhöhe des Kanales V steigen, wie es die Abbildung zeigt. Die zur Verfügung stehende Überfallhöhe beträgt demnach

$$h = 0,75 - 0,465 = 0,285 \text{ m}$$

Die über die Überfallschwelle zum Abfluß gelangende Wassermenge ergibt sich zu

$$Q = 1330 + 2384 + 2120 - 246 = 5834 - 246$$

$$Q = 5588 \text{ sl} = 5,59 \text{ cbm/sek,}$$

so daß man für die Breite der Überfallschwelle unter Voraussetzung eines vollkommenen Überfalles erhält:

$$b = \frac{Q}{2h \cdot \sqrt{h}} = \frac{5,59}{2 \cdot 0,285 \cdot \sqrt{0,285}} = \frac{5,59}{0,304} = 18,35 \text{ m.}$$

Eine Verringerung dieser Breite würde einen Überdruck in Kanal V, damit eine Verstärkung des Spiegelgefälles und eine Vergrößerung der durch V abfließenden Wassermenge zur Folge haben. Selbstverständlich muß in diesem Falle eine Zerlegung der Überfallschwelle in mehrere Öffnungen vorgenommen werden.

Querschnitt des Notauslaßkanales. Nach Abb. 109 beträgt das Gefälle des Notauslaßkanales 1 : 200. Die von ihm abzuführende Wassermenge ist ermittelt zu

$$Q = 5588 \text{ sl.}$$

Gewählt werde hierfür

**Maulprofil 2,20/1,39,**

welche Zahlen das Verhältnis der Breite zur Höhe angeben.

**Beispiel 3<sup>1)</sup>.** Ein Hauptkanal AB (Abb 111) führt bei Sturzregen 3640 sl, einschließlich 77 sl Brauchwasser. Dieses soll bis zur Verdünnung mit 2 Teilen Regenwasser dem tiefer liegenden Sammler CD überwiesen, der Rest durch den Auslaß AE dem Flusse zugeführt.

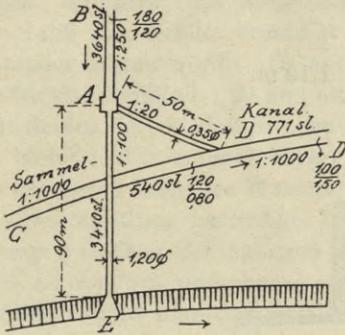


Abb. 111.

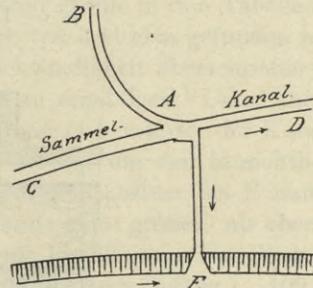


Abb. 112.

werden. Der Flußspiegel bei E liegt 4,1, der Wasserspiegel bei D 2,3 m unter der Kanalsohle bei A. Die Entfernung von A bis zum Flußufer beträgt 90 m. Gesucht wird der Querschnitt des Auslasses und der des Verbindungskanales mit CD, sowie Höhe und Breite der Überfallschwelle.

**Lösung.** Gewöhnlich wird die Anordnung nach Abb. 112 getroffen, die aber im vorliegenden (der Wirklichkeit entnommenen) Falle nicht zu empfehlen ist. Vielmehr ist es richtiger, die Auslaßstelle schon bei A anzulegen und dem Sammler nicht erst die gesamte in A ankommende Wassermenge, sondern nur den Betrag der 2 fach verdünnten Schmutzwassermenge, also

$$Q_1 = Q (n + 1) = 3 \cdot 77 = 231 \text{ sl}$$

zuzuführen. Die Abflußverhältnisse des mit schwachem Gefälle (1 : 1000) versehenen Sammlers werden dadurch weniger beeinträchtigt, und die Ausführung erfordert einen geringeren Kostenaufwand.

Der Hauptkanal AB hat Eiform von 1,8 m Höhe und 1 : 250 Gefälle. Seine Wassermenge bei Sturzregen beträgt 3640 sl einschließlich der Brauchwassermenge. Die 2 fach verdünnte Schmutzwassermenge ist also davon

$$\frac{231 \cdot 100}{3640} = 6,36 \%$$

<sup>1)</sup> Nach Frühling, „Die Entwässerung der Städte“, Handb. der Ing.-Wiss., III. Teil, IV. Band, 1903.

Dem entspricht eine Füllhöhe von

$$\frac{1,8 \cdot 17}{100} = 31 \text{ cm.}$$

Die Überfallschwelle muß gleiche Höhenlage haben, also **31 cm** über der Sohle des Sammlers liegen. Das Profil des Sammlers würde bei voller Füllung 3820 sl abführen. Die wirklich abzuführende Wassermenge beträgt hiervon

$$\frac{3640 \cdot 100}{3820} = 95 \text{ ‰.}$$

Dem entspricht eine Füllhöhe von

$$\frac{1,8 \cdot 83}{100} = 1,50 \text{ m.}$$

Man erhält also (Abb. 113)

$$h = 1,50 - 0,31 = 1,19 \text{ m.}$$

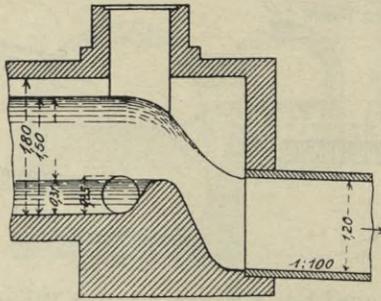


Abb. 113.

Die nach dem Notauslaßkanal abzuleitende Wassermenge ergibt sich zu

$$Q = 3640 - 231 = 3409 \text{ sl} = 3,41 \text{ cbm,}$$

so daß man für die Breite der Überfallschwelle erhält:

$$b = \frac{Q}{2 h \cdot \sqrt{h}} = \frac{3,41}{2 \cdot 1,19 \cdot \sqrt{1,19}} = \frac{3,41}{2,60}$$

$$b = 1,31 \text{ m.}$$

Die Entfernung von A bis zum Flußufer beträgt 90 m. Legt man den Scheitel des Auslaßkanales in gleiche Höhe mit dem Rücken der Überfallschwelle, so beträgt bei voller Füllung das Spiegelgefälle mindestens

$$4,1 + 0,31 = 4,41 \text{ m,}$$

so daß man als relatives Gefälle erhält

$$J = \frac{h}{l} = \frac{4,41}{90} = 0,049 = \text{rd. } 1 : 20.$$

Die vom Notauslaßkanal abzuführende Wassermenge war ermittelt zu

$$Q = 3,41 \text{ cbm} = 3410 \text{ sl,}$$

so wird für  $J = 1 : 20$  ein kreisrunder Kanal erforderlich, dessen Querschnitt man in Tabelle I nicht mehr unmittelbar findet, der also durch Versuchsrechnung zu bestimmen ist. Wählt man dessen Durchmesser  $d = 0,90$  m, so erhält man aus den allgemeinen Werten für  $Q$  und  $v$  aus Tabelle I

$$Q = 17,3 \cdot \sqrt{J} = 17,3 \cdot \sqrt{0,049}$$

$$Q = 3,83 \text{ cbm.}$$

Das Profil wäre also ausreichend, da es nur 3,41 cbm abzuführen hat. Die Geschwindigkeit aber würde

$$v = 27,3 \cdot \sqrt{J} = 27,3 \cdot \sqrt{0,049}$$

$$v = 6,05 \text{ m/sek}$$

betragen, soll aber, wie ausgeführt wurde, 3,0 m nicht wesentlich übersteigen. Mithin muß das Gefälle ermäßigt werden, was zu einem größeren Querschnitte des Kanales führen würde. Da auch für die anderen Profile in den Tabellen keine Werte für das Gefälle  $1 : 20$  und eine Wassermenge von 3,41 cbm gefunden werden, so geht daraus hervor, daß in allen Fällen die Geschwindigkeit überschritten würde. Somit bleibt nichts anderes übrig, als das Gefälle zu ermäßigen. Dann aber muß wegen der tiefen Lage des Wasserspiegels im Vorfluter (4,1 m unter der Kanalsole bei A) die Mündung nach Abb. 108 ausgebildet werden, um den hinsichtlich der Mündung gestellten Bedingungen zu genügen. Um den Absturz bei E nun nicht zu groß zu erhalten und ebenso auch den Querschnitt nicht größer, als eben nötig auszuführen, wird man das Gefälle möglichst wenig ermäßigen. Ein Blick in die Tabelle lehrt, daß von sämtlichen Querschnitten bis zu einem Gefälle  $1 : 100$  keiner den Bedingungen genügen würde. Man wählt daher

$$J = 1 : 100$$

und

$$d = 1,20 \text{ m.}$$

Dieses Profil führt 3800 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 3,35$  m ab, würde also ausreichen.

Die Verbindungsleitung zwischen Haupt- und Sammelkanal soll 231 sl abführen. Da der Wasserspiegel bei D 2,3 m unter der Kanalsole bei A liegt, so steht bei Beginn des Überlaufes ein Spiegelgefälle von

$$h = 2,3 + 0,31 = 2,61 \text{ m}$$

(angenommen auf eine Länge von 40 m) zur Verfügung, so daß sich ein relatives Gefälle

$$J = \frac{2,61}{40,0} = 0,065 = 1 : 15\frac{1}{3}$$

ergibt.

Es wurde aber ausgeführt, daß ein Gefälle über  $1 : 20$  nicht erwünscht ist. Daher soll die Leitung länger, nämlich gleich 52 m gemacht werden, so daß man erhält

$$J = \frac{2,61}{52} = 0,050 = 1 : 20.$$

Für dieses Gefälle und  $Q = 231$  sl erhält man ein kreisrundes Profil von

$$d = 0,35 \text{ m}$$

welches bei voller Füllung 294 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 3,05$  m abführen würde.

Der Sammelkanal CD, welcher nur Gefälle 1 : 1000 erhalten kann, führt nach der Zeichnung eine Wassermenge von 540 sl oberhalb D ab. Er muß also als Querschnitt ein

#### Eiprofil 80/120

erhalten, welches bei voller Füllung 645 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 0,88$  m/sek abführt.

Unterhalb D kommt von der Verbindungsleitung noch eine Wassermenge von 231 sl hinzu, so daß er also im ganzen

$$540 + 231 = 771 \text{ sl}$$

abzuführen hat. Da auch hier das Gefälle 1 : 1000 vorhanden ist, so wird als Querschnitt erforderlich

#### Eiprofil 90/135

welches bei voller Füllung 889 sl abführen würde. Mit Rücksicht darauf, daß aber unterhalb D auch noch neuer Zufluß stattfindet, soll gewählt werden

#### Eiprofil 100/150.

Mit Rücksicht auf die beträchtliche Geschwindigkeit des bei D von A her zufließenden Wassers muß das 35 cm weite Rohr der Verbindungsleitung tangential eingeführt werden.

## IV. Düker.

### a) Allgemeines.

Der Zweck der Düker ist bereits im 2. Teile des „Städtischen Tiefbaues“ der „Wasserversorgung“, besprochen worden. Ein Düker entsteht bekanntlich da, wo es nötig wird, einen Kanal unter einem anderen U-förmig hinwegzuführen. Man unterscheidet

1. vollkommene Düker,
2. unvollkommene Düker,

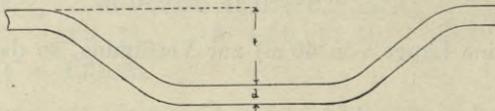


Abb. 114.

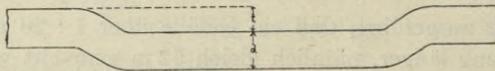


Abb. 115.

je nachdem die Tauchtiefe  $t$  des Dükers (Abb. 114 und 115) größer oder kleiner ist als sein Durchmesser  $d$ . Meistens handelt es sich um Anlage eines vollkommenen Dükers; unvollkommene Düker kommen nur bei beschränkter Bauhöhe vor.

Hieraus geht hervor, daß jeder vollkommene Düker einem Innendruck ausgesetzt ist, seine Wandungen also auf Zug beansprucht werden, was allerdings durch Bodendruck und unter Umständen auch durch Wasserdruck von außen zum Teil wieder aufgehoben werden kann. Als Baustoff wählt man daher Guß- oder Schmiedeeisen oder Eisenbeton, bei geringem Überdruck auch Mauerwerk oder Zementbeton, unter Umständen auch Tonrohre.

### b) Konstruktion der Düker.

Aus Abb. 114 geht hervor, daß der Düker aus einer Rohrleitung mit einem absteigenden und einem aufsteigenden Aste besteht. Das Gefälle eines Dükers — der Höhenunterschied der Wasserspiegel an beiden Mündungen — wird in der

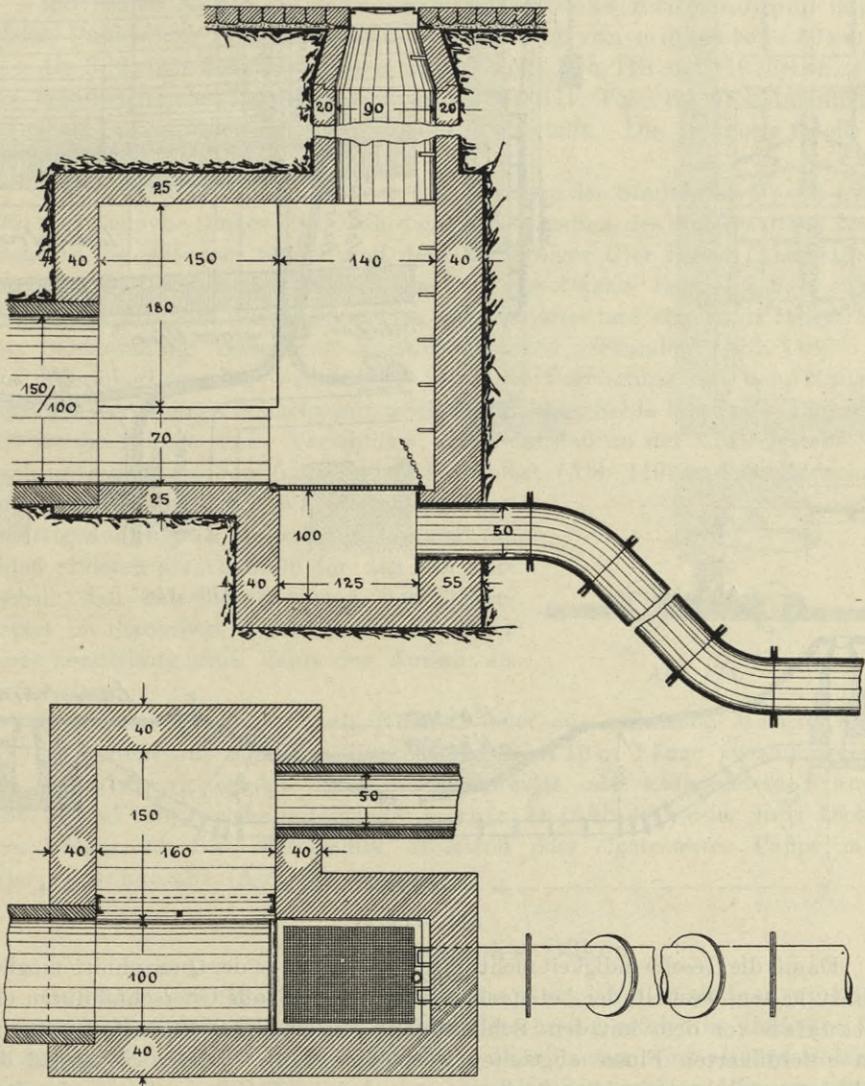


Abb. 116.

Regel größer gemacht als bei Kanälen; trotzdem wird sich noch immer eine starke Abnahme der Geschwindigkeit bemerkbar machen, so daß letztere zur Fortführung der Sinkstoffe nicht mehr ausreicht. Es wird daher erforderlich, oberhalb des Düker-einlaufes einen Schlammfang anzubringen, in welchem die Sinkstoffe sich niederschlagen, so daß sie nicht in den Düker gelangen.

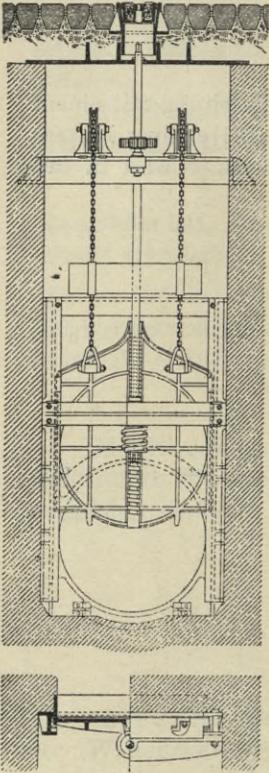


Abb. 117.

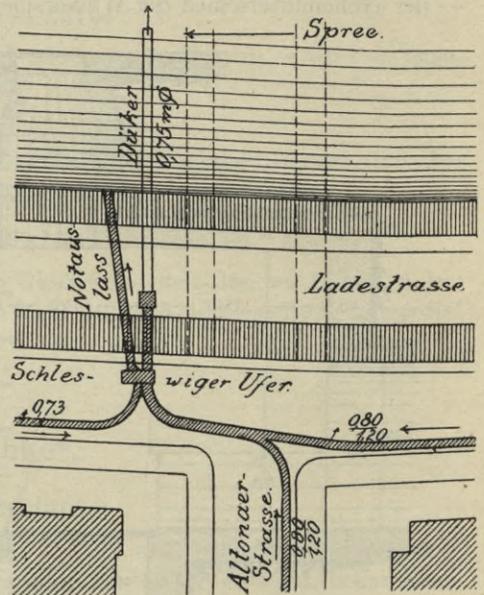
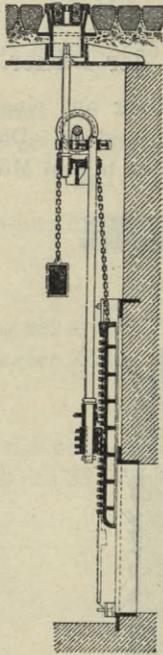


Abb. 118.

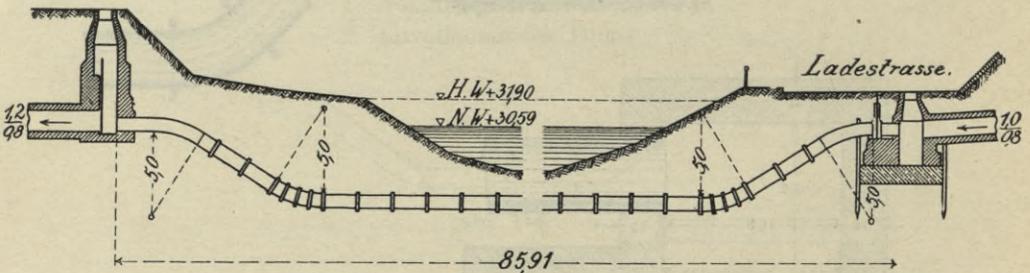


Abb. 119.

Damit die Geschwindigkeit nicht zu sehr abnimmt, ist der Querschnitt möglichst klein zu halten, weshalb der bei starkem Regen zufließende Überschuß durch einen Notauslaß vor dem mit dem Schlammfang verbundenen Einlaufschacht nach dem unterdükerten Flusse abgeleitet wird (Abb. 116). Dieser Notauslaß dient auch dazu, um bei etwaigen Ausbesserungsarbeiten, für deren Dauer der Düker außer Betrieb gesetzt werden muß, für das Kanalwasser eine Vorflut zu schaffen.

Die sich trotzdem noch bildenden Ablagerungen werden durch regelmäßige Spülungen entfernt.

Um den Düker bei Außerbetriebsetzung auspumpen zu können, muß er Verschlüßvorrichtungen erhalten, zu welchem Zwecke am Einlaufe und Auslaufe eiserne Schieber einzubauen sind. Der Schieber am Auslaufe, wo gleichfalls ein Einsteigeschacht anzuordnen ist, muß aber die Dükeröffnung freilassen, damit man zum Düker gelangen kann, und ist daher vor der Leitung, welche die Vorflut des Dükers bildet, anzuordnen. Die Schieber erhalten ein Gegengewicht, damit sie leichter bewegbar sind, und in der Regel Spindelantrieb. Die Konstruktion derartiger Schieber wird später noch besprochen. In Abb. 116 ist der Schieber nicht mit eingezeichnet, seine Konstruktion kann nach Abb. 117 (System Lindley) oder ähnlichen Anordnungen ausgeführt werden.

Die beiden Äste des Dückers erhalten schlanke Krümmungen und am tiefsten Punkte der Flußsohle eine Überdeckung von mindestens 50 cm.

Als Bild einer derartigen Gesamtanlage möge Abb. 118 und 119 dienen, welche dem Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften (III. Teil, Bd. 4) entnommen ist und einen Düker unter der Spree in Berlin darstellt. Die genannte Quelle gibt darüber folgende Beschreibung:

Der dargestellte Düker befindet sich zwischen den Stadtteilen Moabit (rechtes Ufer) und Bellevue (linkes Ufer). Er dient zur Aufnahme des Wassers dreier Kanäle, welche in der Altonaer Straße und dem Schleswiger Ufer liegen (Abb. 118); der Notauslaß ist als besonderes, etwas oberhalb des Dükers liegendes Bauwerk hergestellt und mit ihm durch einen 1 m hohen Kanal und einen mit tiefem Sand- bzw. Schlammfang versehenen Einsteigeschachte verbunden (Abb. 118). Auf dem gegenüberliegenden rechten Ufer wird die Verbindung mit dem Kanalnetz gleichfalls durch einen Schacht mit weniger vertiefter Sohle bewirkt. Bemerkenswert ist die Anlage dreier Verschlüsse: im Notauslaß an der Abzweigstelle, dann gleich unterhalb des Sandfanges im Düker selbst (Abb. 119) und im Endschachte des rechten Ufers (Abb. 119). Betrachtet man den erstgenannten als Spülschieber, so sind die beiden anderen als Abschluß für den Fall vorgesehen, daß eine Beschädigung des Dükerkörpers im Strombett eintritt, während dieser Wiederherstellung muß dann der Auslaß als Vorflut dienen.

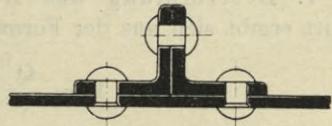


Abb. 120.

Düker aus geschweißten Rohren oder aus nahtlosen Mannesmannrohren werden aus einzelnen Rohren von 4 bis 10 m Länge zusammengesetzt. Ihre Verbindung erfolgt durch aufgeschweißte oder aufgenietete Flansche (Abb. 30 und 120), welche miteinander vernietet (Abb. 120) oder unter Dichtung eines Ringes aus Blei, Kautschuk, Holzstoff oder ölgetränkter Pappe miteinander verschraubt (Abb. 30) werden.

*Rippenring mit Rippen & 34*

### c) Berechnung der Düker.

Da Düker Druckleitungen und mithin stets gefüllt sind, so wird für sie immer das Kreisprofil gewählt. Ihre Berechnung erfolgt in ähnlicher Weise wie die der Kanäle und Rohrleitungen; ihr Durchmesser wird also nach dem zur Verfügung stehenden Gefälle und der abzuleitenden größten Wassermenge bestimmt, worauf daher verwiesen wird.

Man kann aber auch die Berechnung nach der bereits in dem Lehrbuche „Die Wasserversorgung“ gegebenen Formel von Darcy

$$h = \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{d} \right) \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

vornehmen, in welcher

- d den Rohrdurchmesser in m,
- l die Länge des Dükers in m
- v die Geschwindigkeit des Wassers im Düker in m/sec,
- g = 9,81 die Beschleunigung der Schwere

bedeuten. Der so für das absolute Gefälle h erhaltene Wert ist noch mit den gleichfalls im genannten Lehrbuche bereits in einer Tabelle gegebenen Sonne'schen Werten von  $\sigma$  für Krustenbildung zu multiplizieren, die von der Rohrweite abhängig sind. Die Tabelle sei hier nochmals aufgeführt.

d in m	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00
$\sigma$	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1

Der Gang der Berechnung wird am besten an einem Beispiele vorgeführt, welches ergeben wird, daß beide Arten der Berechnung nur unwesentliche Abweichungen geben.

**Beispiel:** Rohrdurchmesser und Gefälle eines 150 m langen Flußdükers sind zu berechnen unter der Annahme, daß der Düker eine Wassermenge von 254 sl mit einer Geschwindigkeit von 1,00 m/sec abführen soll.

**Lösung:**

1. Bestimmung des Rohrdurchmessers. Der erforderliche Querschnitt ergibt sich aus der Formel  $Q = F \cdot v$  zu

$$F = \frac{Q}{v} = \frac{0,254}{1,00} = 0,254 \text{ qm}$$

da ferner

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

so wird

$$\frac{d^2 \pi}{4} = 0,254$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,254}{3,14}}$$

$$d = 0,57 \text{ m.}$$

Mithin wird

$$P = d \pi = 0,57 \cdot 3,14 = 1,97 \text{ m}$$

$$R = \frac{F}{P} = \frac{0,254}{1,97} = 0,129$$

$$\sqrt{R} = \sqrt{0,129} = 0,359.$$

2. Bestimmung des Gefälles.

α) Mit Hilfe der Kutterschen Formel

$$c = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} = \frac{100 \cdot 0,359}{0,35 + 0,359} = \frac{35,9}{0,709}$$

$$c = 50,6.$$

Dann erhält man aus der Formel

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

oder  $J = \frac{h}{l},$

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot \frac{h}{l}} = c \cdot \sqrt{R} \cdot \frac{\sqrt{h}}{\sqrt{l}}$$

oder

$$1,00 = 50,6 \cdot 0,359 \cdot \frac{\sqrt{h}}{\sqrt{150}}$$

durch Auflösung der Gleichung nach h

$$\sqrt{h} = \frac{1,00 \cdot \sqrt{150}}{50,6 \cdot 0,359} = \frac{1,223}{18,2} = 0,672$$

$$h = 0,452 \text{ m.}$$

β) Mit Hilfe der Darcyschen Formel und des Sonneschen Beiwertes.

Es ist

$$h = \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{d} \right) \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \sigma$$

$$h = \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{0,57} \right) \cdot \frac{150}{0,57} \cdot \frac{1,00^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,4$$

$$h = (0,01989 + 0,000892) \cdot \frac{210}{11,19}$$

$$h = 0,020782 \cdot 18,8$$

$$h = 0,395 \text{ m.}$$

Demnach ist nach der Kutterschen Formel ein relatives Wasserspiegelgefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,452}{150} = 0,0030$$

$$J = 3,0\text{‰} = 1 : 333$$

und nach der Darcyschen Formel ein solches von

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,395}{150} = 0,00265$$

$$J = 2,7\text{‰} = 1 : 370$$

erforderlich.

Über die Berechnung der Wandstärke der Dükerrohre ist auch im 2. Teile des „Städtischen Tiefbaues“, der „Wasserversorgung“, <sup>1)</sup> das Nötige gesagt

<sup>1)</sup> Polytechnischer Verlag M. Hittenkofer in Strelitz (Meckl.)

und an einem Beispiele erläutert. Man lese daher dort nach. Hier sei nur nochmals die Formel angeben, nach welcher die Berechnung erfolgen kann:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{1}{2} \cdot \frac{p}{k_z} \quad \dots \quad 26)$$

Hierin bedeutet:

$\delta$  die Wandstärke in cm,

$D$  den inneren Rohrdurchmesser in cm,

$k_z$  die Materialspannung in  $\text{kg/cm}^2$

$p = p_i - p_a$  den inneren Überdruck in  $\text{kg/cm}^2$ , wenn  $p_i =$  innerer Druck in  $\text{kg/cm}^2$  oder Atmosphären (at), (meistens = Flüssigkeitsdruck vermehrt um Atmosphärendruck), und

$p_a =$  äußerer Druck in  $\text{kg/cm}^2$  (gewöhnlich der atmosphärische Druck, d. h.  $p_a = 1$ ).

Bemerkt sei nochmals, daß  $k_z$  wegen des Rostens und auch wegen der Nutzwirkung der Niete nicht über  $600 \text{ kg/cm}^2$  zu setzen ist.

## V. Heberleitungen.

### a) Allgemeines und Konstruktion.

Auch die Heberleitungen sind in der „Wasserversorgung“ bereits kurz besprochen worden. Die Anwendung von Hebern ermöglicht bekanntlich, das Wasser oberhalb einer Gefällelinie  $AB$  (Abb. 121), zu leiten. Sie dienen an Stelle von Dükern zur Kreuzung von Wasserläufen und werden an Brücken aufgehängt oder auf ihnen verlegt.

Für Reinwasserleitungen sind Heberleitungen schon seit einigen Jahrzehnten in Gebrauch, für Abwasserkanäle verwendete man sie erst später, weil

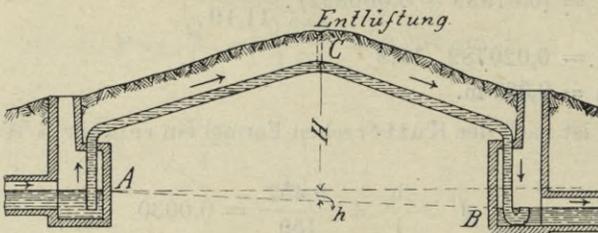


Abb. 121.

sich infolge des in ihnen herrschenden Unterdruckes Gase entwickeln, von denen man eine Beeinträchtigung der Wirkung des Hebers befürchtete. Die Heber müssen daher für Kanalisationsanlagen an dem höchsten Punkte (C) regelmäßig und sicher entlüftet werden, da bei Eintritt von Luft in den Heber dessen Tätigkeit unterbrochen wird, und er wieder mit Wasser gefüllt werden muß, um ihn aufs neue in Betrieb zu setzen. Man krümmt deshalb auch das Heberrohr am Auslaufe nach oben, so daß hier ein Wasserverschluß entsteht, der das Eindringen von Luft verhindert (Abb. 121 rechts). Auch legt man aus gleichem Grunde das Heber-

rohr am Einlauf möglichst so tief wie der Unterwasserspiegel (im aufgebogenen Rohrende) oder versieht es, wo dies nicht möglich ist, mit einem selbstschließenden Ventil. Zur Entlüftung bei C verwendet man Wasserstrahlpumpen, Saugwindkessel, Luftpumpen, welche Vorrichtungen das Absaugen der Gase bewerkstelligen, denn das Öffnen eines Hahnes oder eines Ventiles, wie sie bei gewöhnlichen Druckleitungen Verwendung finden, würde das Einströmen der unter stärkerem Drucke stehenden Außenluft und damit die Außerbetriebsetzung des Hebers zur Folge haben. Luftpumpen finden namentlich da zweckmäßige Anwendung, wo ein Pumpwerk in der Nähe ist, welches gleich zu diesem Zwecke mitverwendet werden kann. Entlüftung durch Handbetrieb macht die Wartung schwierig.

Infolge ihrer freien Lage können Heberleitungen leicht beschädigt werden; man stellt sie daher aus Schmiedeeisen her oder ummantelt sie, falls sie aus Gußeisen bestehen, noch mit einem weiteren schmiedeeisernen Rohre, wodurch

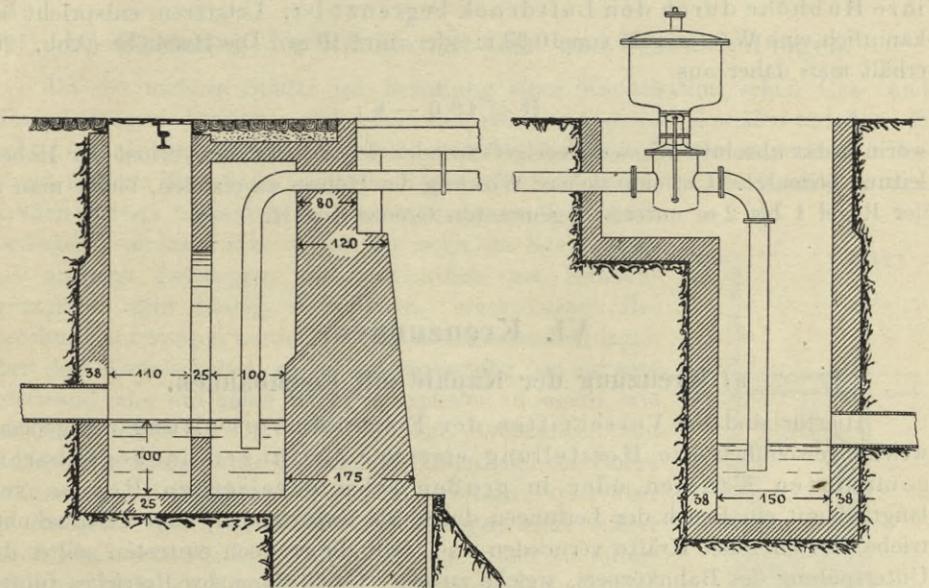


Abb. 122.

sie im Winter gleichzeitig gegen Einfrieren geschützt sind, was allerdings kaum zu fürchten ist, da die Wärme des Abwassers auch im Winter nur selten unter  $+10^{\circ}\text{C}$  sinkt. Dagegen bedingen die Temperaturänderungen des Eisens bei längerer freiliegender Strecke die Einschaltung eines beweglichen Zwischenstückes oder eine stopfbüchsenartige Dichtung. Bei Ummantelung mit einem zweiten Rohre empfiehlt es sich, aus gleichem Grunde das innere Rohr auf Rollen zu lagern, damit sich beide unabhängig voneinander bewegen können.

Die Spülung der Heberleitungen erfolgt in gleicher Art wie die der Düker, indem man das von oben zufließende Wasser anstaut. Doch muß dafür gesorgt werden, daß während des Aufstauens der obere Heberschenkel geschlossen wird, damit nicht etwa Luft eintritt. Der Einlauf erhält auch, wie bei den Dükern, einen Schlammfang zum Zurückhalten der Sinkstoffe (Abb. 122) und wenn möglich einen Notauslaß. Im allgemeinen sind Ablagerungen von Schmutzstoffen

im Innern des Hebers weniger zu befürchten, weil die aufsteigende Richtung des oberen Schenkels diese erschwert, was namentlich dann der Fall ist, wenn der Heberquerschnitt nicht zu klein bemessen ist.

In Abb. 122 ist der Einlauf (links) und Auslauf (rechts) eines Hebers in größerer Zeichnung gegeben. Der Luftauslaß ist aus dem rechten Teile der Abbildung erkenntlich.

### b) Berechnung der Heberleitungen.

Es ist nicht nötig, ausführlich auf die Berechnung der Heberleitungen einzugehen, da diese von derjenigen anderer Leitungen, wie auch der Düker, sich nicht unterscheidet. Der Rohrquerschnitt ist also in gleicher Weise zu bestimmen, wie dies nun schon an vielen Beispielen gezeigt wurde.

Jedoch ist die Anwendung von Heberleitungen beschränkt, weil ihre Hubhöhe durch den Luftdruck begrenzt ist. Letzterem entspricht bekanntlich eine Wassersäule von 10,33 m oder rund 10 m. Die Hubhöhe (Abb. 120) erhält man daher aus

$$H < 10,0 - h,$$

worin  $h$  das absolute Wasserspiegelgefälle oder den Druckhöhenverlust der Heberleitung bedeutet. Um eine sichere Wirkung des Hebers zu erzielen, bleibt man in der Regel 1 bis 2 m unter der genannten Grenze von  $H$ .

## VI. Kreuzungen.

### a) Kreuzung der Kanäle mit Eisenbahnen.

Hierfür sind die Vorschriften der Eisenbahnverwaltung maßgebend, welche gewöhnlich die Herstellung eiserner Leitungen in begehbaren, gemauerten Kanälen oder in großen schmiedeeisernen Rohren verlangt, damit ein Bruch der Leitungen durch die bedeutenden, vom Eisenbahnbetriebe herrührenden Kräfte vermieden und, falls dieser doch eintreten sollte, die Unterspülung des Bahnkörpers, welche zu einer Gefährdung des Betriebes führen würde, verhütet wird. Die Doppelleitung muß daher genügend weit über den Bahnkörper nach beiden Seiten verlängert werden. Die Doppelleitungen in Eisen werden wieder so ausgeführt, wie es bei den Heberleitungen schon erwähnt wurde, d. h. das innere Rohr wird auf Rollen gelagert, welche auf Schienen laufen, die am äußeren Rohre angebracht sind, so daß ein Herausziehen des inneren Rohres und seine Wiederinstandsetzung leicht zu bewerkstelligen sind. Auch hat man die Räder des inneren (Druck-) Rohres unmittelbar auf der Innenfläche des umhüllenden Mantelrohres laufen lassen.

Ist für die Kreuzung bei tief liegender Bahn nicht genügend Konstruktionshöhe vorhanden, so muß ein Düker oder, wenn eine Brücke vorhanden ist, eine Heberleitung ausgeführt werden. Wenn der Düker unter Innendruck steht, wird die Bahnverwaltung gleichfalls besondere Vorsichtsmaßregeln verlangen, wenschon dieser Druck in der Regel nur gering ist.

Bei Kreuzungen mit Untergrundbahnen sind fast ausschließlich Unterdükerungen auszuführen. Man wird hierbei von einer besonderen Ummantelung absehen können, da die gleichzeitige Ausführung der Kreuzung mit dem Tunnel

der Bahn eine sorgfältige Einmauerung oder Einbetonierung gestattet, so daß die auftretenden Erschütterungen nur gering sind.

Wenn der Kanal in eine Straße einzubauen ist, welche von der Bahn in Schienenhöhe gekreuzt wird, so darf — abgesehen von Straßenbahnen — der Betrieb keine Unterbrechung durch den Bau des Kanales erleiden; auch muß der Bau gleichzeitig so ausgeführt werden, daß eine Gefährdung desselben dauernd ausgeschlossen erscheint. Um eine Unterbrechung des Eisenbahnbetriebes zu verhindern, ist es nötig, zunächst jede Schiene auf einen unter die Schwelle gebrachten Träger zu lagern, der über die künftige Baugrube hinwegreicht. Darauf entfernt man den Boden von der Seite her. Ist letzterer trocken, so genügt eine wagerechte Absteifung; bei Grundwasserandrang empfiehlt sich dessen Senkung durch die in der „Wasserversorgung“ besprochenen Rohrbrunnen, deren Saugrohr unter den Gleisen hindurchgelegt wird.

### b) Kreuzung der Kanäle mit Gas- und Wasserleitungen.

Da die meisten Städte bei Schaffung einer Kanalisation schon Gas- und Wasserleitungen besitzen, so ist man mit den Entwässerungskanälen auf den oft recht beschränkten Teil des verbleibenden Straßenquerschnittes angewiesen. Im 1. und 2. Teile des „Städtischen Tiefbaues“ ist die Lage der Kanäle in den Straßen bereits behandelt und auch in diesem Teile kurz wiederholt worden. Hier sollen nur noch die Kreuzungen mit anderen Leitungen, die namentlich bei Straßenkreuzungen sehr häufig vorkommen, einer kurzen Besprechung unterzogen werden. Liegen die anderen Leitungen über dem Kanalscheitel, so ist es zweckmäßig, sie auf eine Querwand oder auf einen Mauerwerkspfeiler zu lagern, wie das Abb. 123 zeigt. Oft treten schräge Kreuzungen von bedeutender Länge auf. In solchen Fällen sind die Rohre während des Baugrubenaushubes an kräftigen, quer über die Baugrube gelegten Balken aufzuhängen und später durch gemauerte Pfeiler in 1,5 bis 2 m Abstand zu unterstützen. Nahe an die Baugrube herantretende Leitungen sind durch gemauerte Pfeiler zu unterfangen. Das Stampfen des Füllbodens bedarf natürlich besonderer Sorgfalt und muß in dünnen Lagen erfolgen.

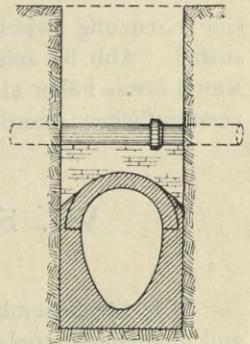


Abb. 123.

Schwieriger gestaltet sich die Ausführung dann, wenn die Rohrleitung in gleicher Höhe mit dem kreuzenden Kanale liegt. Man muß alsdann die Leitung verlegen oder, wenn das nicht möglich ist, das Kanalprofil an der Kreuzungsstelle einschränken oder dasselbe breiter und dafür niedriger halten. Doch empfiehlt sich an solchen Stellen die Anordnung einer Spülvorrichtung zur Beseitigung etwaiger Ablagerungen. Da aber stets leicht Verdrückungen oder sonstige Beschädigungen der Leitungen während der Ausführungsarbeiten der Kanalisation eintreten können, so muß man diese Leitungen auch nach Fertigstellung der Ausführungsarbeiten noch längere Zeit beobachten. Das Ausströmen von Gas kann man durch Tonrohre, welche von der mit Kies umhüllten Leitung hochgeführt werden, feststellen. Die entsprechende Abbildung ist im „Städtischen Straßenbau“ gegeben.

### c) Kreuzung der Kanäle mit Notauslässen und Kanälen.

Außer den bereits genannten Kreuzungen können auch solche zwischen Kanälen und Notauslässen oder Spülleitungen sowie auch zwischen Kanälen und Sammelkanälen anderer Entwässerungsbezirke vorkommen. So zeigt Abb. 124

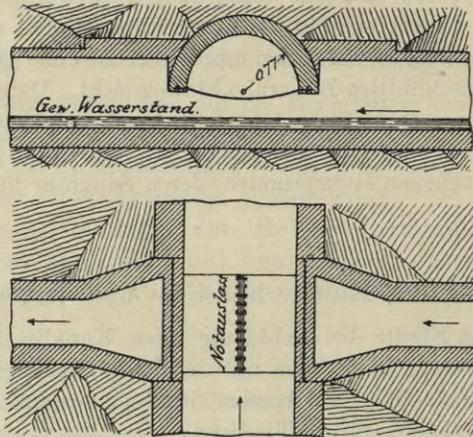


Abb. 124.

eine Kreuzung zwischen einem Kanal und einem nur wenig höher liegenden Notauslaß. Abb. 97 zeigte auch bereits eine ähnliche Anordnung, nur lag dort der Kanal etwas höher als der Notauslaß. Einer näheren Erklärung bedürfen die leicht verständlichen Anordnungen nicht.

## VII. Straßeneinläufe und Schneeschächte.

### a) Straßeneinläufe.

Die Straßeneinläufe dienen dazu, das Niederschlagswasser von den Straßen und manchmal auch von den straßenseitigen Dächern der Gebäude abzuleiten und den Kanälen zuzuführen. Man nennt sie auch Straßensinkkasten, Straßeneinlässe, Regeneinläufe, Einfallschächte u. dgl. mehr. Erwähnt wurden sie bereits im „Städtischen Straßenbau“.

In Straßen mit Quergefälle nach beiden Seiten ordnet man sie in etwa 40 m Abstand möglichst gegenüber an; in verkehrarmen Straßen, wo die Rinnentiefe größer genommen werden kann, kann auch der Abstand ein größerer sein, doch sollte man auch hier nicht über 100 m hinausgehen. Man kann die Zahl der Einläufe auch dadurch genauer bestimmen, daß jeder eine Straßenfläche von 200 bis 400 qm (je nach der Stärke des Verkehrs) zu entwässern hat. Zwischen zwei Querstraßen werden sie auf die dazwischen liegende Straßenstrecke gleichmäßig verteilt. Bei der Verteilung des Gefälles wird man, wie im „Städtischen Straßenbau“ bereits betont wurde, darauf Bedacht zu nehmen haben, daß die Übergänge möglichst gut entwässert sind, woraus sich ergibt, daß man die Ecken möglichst als Sattelpunkte zu wählen hat. Man muß also vermeiden, das Wasser, welches in den Rinnsteinen zum Aofluß gelangt, um die Straßenecke herumzuführen.

Der Einlauf ist so groß zu halten, daß er die zufließende Wassermenge auch aufzunehmen vermag. Das Fallrohr erhält mindestens 10 cm, besser 15 cm Weite. Die Straßenbefestigung spielt insofern auch eine Rolle, als eine Steinschlagdecke

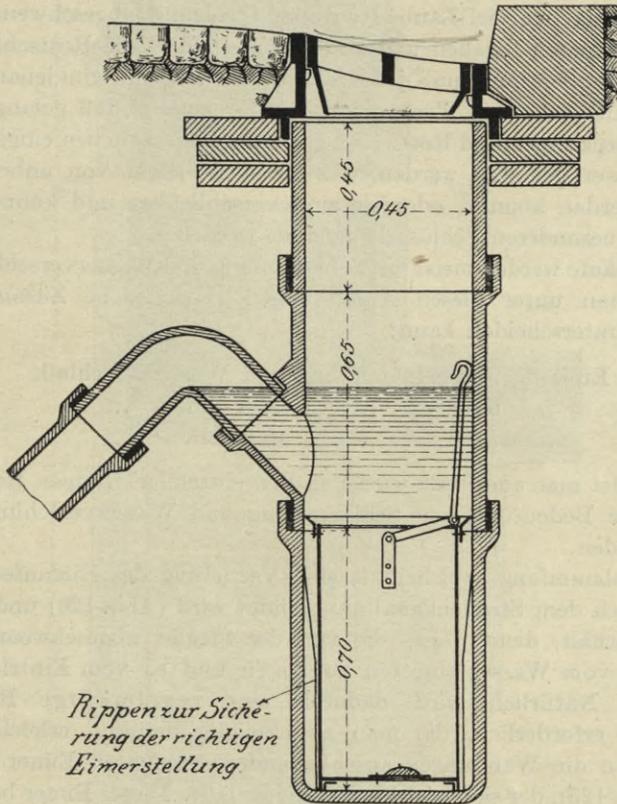


Abb. 125 a.

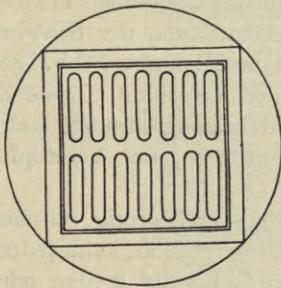


Abb. 125 b.

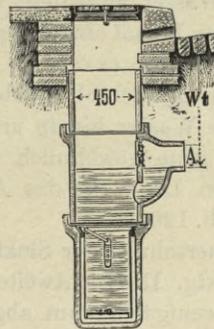


Abb. 126.

mehr Schlamm bildet als Pflaster und daher eine größere Zahl von Einläufen erfordert.

Die Einlaufsöffnung liegt entweder in der Rinnensohle selbst (Abb. 125a) und bedarf dann zur Abdeckung eines Rostes (Abb. 125b), oder der Einlauf erfolgt

von der Seite unter der Bordschwelle, wobei der Einlaufschacht in den Bürgersteig einzubauen und dicht abzudecken ist (Abb. 126 u. Taf. IV). Diese letztgenannte Anordnung ist bei steilen Straßen zweckmäßig, wo sonst ein Teil des Wassers infolge seines starken Gefälles über den Rost hinwegschießt, also nicht in den Einlauf gelangt, sowie da, wo viel Laub, Heu oder Stroh mit abgeschwemmt wird (z. B. auf baumbepflanzten Straßen und Marktplätzen) und die Rostschlitze leicht verstopft. Die Straßenrinne muß jedenfalls aber auch eine muldenartige Vertiefung erhalten, damit das ganze Wasser sicher in ihr zum Abfluß gelangt.

Die Abdeckungen und Roste sind entweder zum Abheben eingerichtet, müssen daher so schwer gehalten werden, daß sie nicht leicht von unbefugten Händen abgehoben werden können, oder sie sind verschließbar und können alsdann nur mittels eines besonderen Schlüssels geöffnet werden.

Die Einläufe werden meist mit Schlammfang und Wasserverschluß eingerichtet, doch trifft man unter diesen Anordnungen verschiedene Zusammenstellungen, so daß man unterscheiden kann:

1. Einläufe mit Schlammfang und Wasserverschluß,
2. „ ohne „ oder ohne „
3. „ „ „ und ohne „

und zwar findet man auch hier wieder in den einzelnen Gruppen Rost- oder Gittereinläufe. Die Bedeutung von Schlammfang und Wasserverschluß soll kurz besprochen werden.

Der Schlammfang, welcher als eine Vertiefung des Einlaufes unterhalb des Fallrohres nach dem Straßenkanal ausgebildet wird (Abb. 126) und eine Tiefe von etwa 80 cm erhält, dient dazu, die von der Straße abgeschwemmten gröberen Schlammteile vom Wasser absetzen zu lassen und so vom Eintritt in den Kanal abzuhalten. Natürlich wird dadurch eine regelmäßige Räumung der Sinkkasten erforderlich, die man zweckmäßig dadurch erleichtert, daß man einen dicht an die Wandungen anschließenden verzinkten Eimer in den Einlauf einsetzt (Abb. 125), der sich leicht herausheben läßt. Dieser Eimer besitzt am Boden ein nach oben sich öffnendes Klappenventil, damit man ihn nach der Entleerung leicht wieder in das im Schlammfang stehen bleibende Wasser einsetzen kann. Damit das Wasser unbedingt in den Eimer gelangt, um seine Schlammstoffe vor Eintritt in den Kanal abzusetzen, erhält der Einlauf oben einen Trichter (Abb. 125).

Der Wasserverschluß dient zur Zurückhaltung der Schwimmstoffe. Er besteht in einem nach oben gebogenen Ansatz des Einlaufes (Abb. 125); eine Zunge reicht in das Wasser hinein und bewirkt so den Verschluß. Diese Zunge hat zuweilen noch eine gewöhnlich verschlossene Reinigungsöffnung, welche gestattet, einen starken Draht in das Abflußrohr einzuführen, um Verstopfungen zu beseitigen (Abb. 126).

Der Querschnitt der Sinkkasten ist meistens kreisförmig, seltener quadratisch oder rechteckig. Die Lichtweite beträgt gewöhnlich 0,45 m, kann jedoch in Straßen, von denen wenig Schlamm abgeschwemmt wird, bis auf 0,40 m oder gar 0,35 m ermäßigt werden. Die im Handel vorkommenden Weiten betragen 45 cm bis 30 cm in Abstufungen von je 5 cm. Der Wasserverschluß darf mit keinem seiner Teile in den Schachtraum hineinragen.

Das Material der Einläufe ist vorwiegend glasiertes Steinzeug (aus 2 bis 3 aufeinander gesetzten Stücken) oder Zementbeton, seltener Gußeisen oder Mauerwerk.

Die Abdeckungen werden auf Sinkkasten, welche aus Steinzeug bestehen, nicht unmittelbar aufgesetzt, damit keine Beschädigungen durch Fuhrwerk ein-

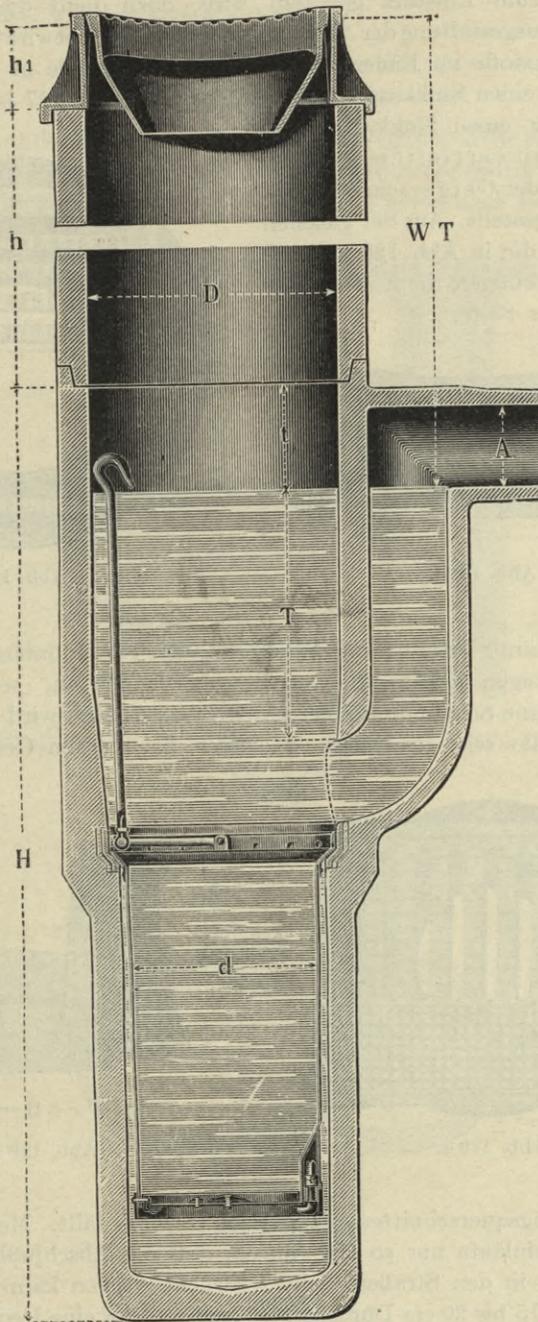


Abb. 127.

treten, sondern es wird ein kleines Fundament aus Mauerwerk mit geringem Zwischenraum um das obere Ende des Sinkkastens herum ausgeführt und auf dieses

die Abdeckung aufgesetzt. Für Sinkkästen aus Beton oder Gußeisen trifft man zweckmäßig eine gleiche Anordnung. Damit das Fundament vom Wasser nicht unterspült und zum Einsturz gebracht wird, dazu dient die bereits erwähnte trichterförmige Ausgestaltung der Abdeckung, welche auch bewirkt, daß das Schmutzwasser seine Sinkstoffe im Eimer selbst niederschlägt. Die in Abb. 126 gegebene Anordnung zeigt einen Sinkkasten aus Steinzeug, in Abb. 127 ist das neue Frankfurter Modell für einen Sinkkasten aus Zementbeton mit vertieftem Wasserverschluß aus der Geigerschen Fabrik in Karlsruhe dargestellt. Aus der gleichen Fabrik stammen die in Abb. 128 und 129 gegebenen Abdeckungen für Einlauf von oben und von der Seite.

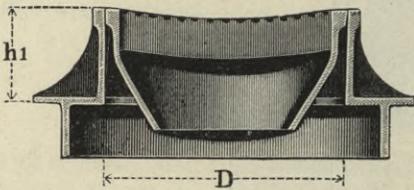


Abb. 128 a.

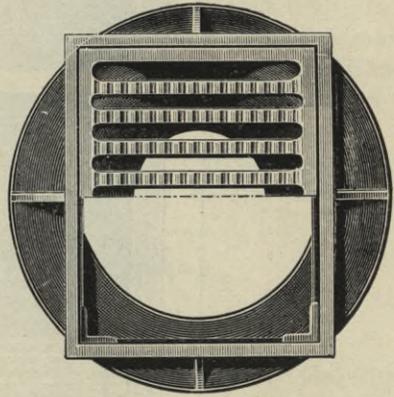


Abb. 128 b.

Durch die häufig erforderliche Entleerung der Schlammfänge der Sinkkästen werden Belästigungen des Straßenverkehrs hervorgerufen, weshalb man auch Straßeneinläufe ohne Schlammfang hergestellt hat. Jedoch wird dadurch die Reinhaltung der Kanäle sehr erschwert, was aber bei starken Gefällen und großen

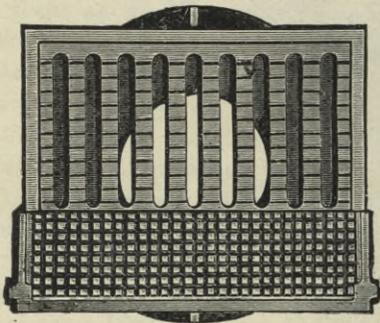


Abb. 129 a.

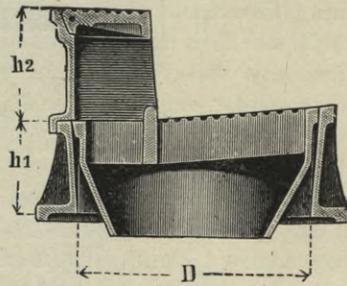


Abb. 129 b.

begehbaren Leitungsquerschnitten weniger ins Gewicht fällt. Man muß in solchen Fällen die Regeneinläufe nur so tief führen, daß die Abschlußleitung durch den Fuhrwerksverkehr in den Straßen nicht zerdrückt werden kann. Für kleine Abflußleitungen von 15 bis 20 cm Durchmesser genügt dazu eine Deckung von 1,20 bis 1,50 m. Ein Wasserverschluß ist dabei nicht nötig, da man auf den Abschluß der etwa aus den Einläufen austretenden Kanalluft in Straßen, in denen durchlochte Schachtdeckel verwendet werden, keinen Wert zu legen braucht. Solche Einläufe werden aus Mauerwerk oder Beton hergestellt, mitunter findet man auch

nur eine Tonröhrleitung in Bogenform, welche von der auf einem Fundament ruhende Abdeckung nach dem Kanale führt. Der obere Teil solcher Leitungen, unterhalb des Rostes, wird senkrecht ausgeführt.

### b) Schneeschächte.

Die Entfernung des geschmolzenen Schnees erfolgt durch die Einläufe. Meistens wird jedoch in verkehrsreichen Straßen bei starken Schneefällen die sofortige Beseitigung des Schnees erforderlich. Dies geschieht gewöhnlich durch Abfuhr nach

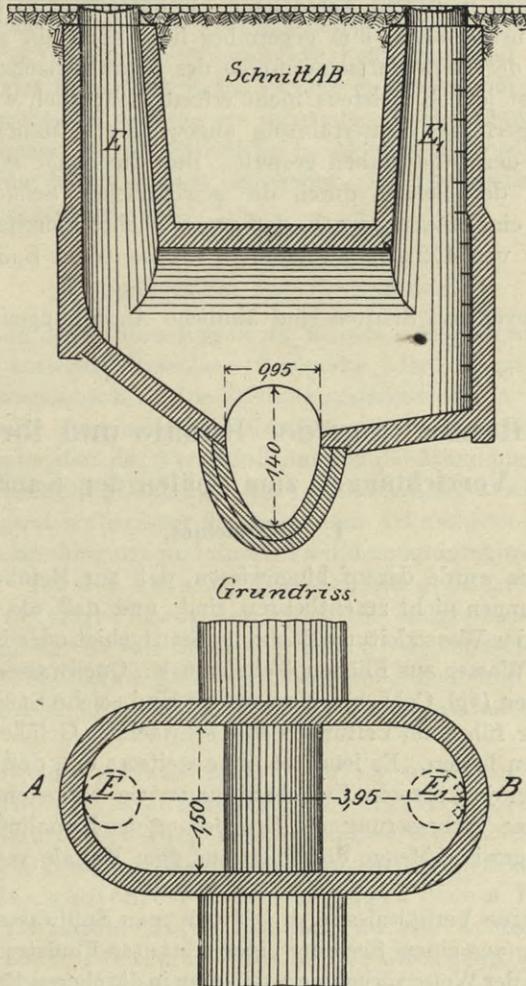


Abb. 130.

Wasserläufen oder Lagerplätzen außerhalb der Stadt. In neuerer Zeit werden dazu jedoch auch die Entwässerungskanäle benutzt, da ja das Kanalwasser, wie schon gesagt wurde, selten unter  $+ 10^{\circ} C$  sich abkühlt, also zum Schmelzen des Schnees mit herangezogen werden kann. Doch dürfen Schneeschächte, durch welche

der Einwurf des Schnees erfolgt, nur über großen Kanälen, welche neben einer genügenden Wassermenge auch einen zum Abschwemmen größerer Schneemassen ausreichenden Querschnitt besitzen, angeordnet werden, damit nicht etwa Verstopfungen eintreten.

Für kleinere Schneemengen genügen die gewöhnlichen Einlaufschächte; für Beseitigung großer Schneemengen werden jedoch besondere Schneeschächte erforderlich. Abb. 130 zeigt einen solchen Schacht im Grundriß und Schnitt, wie er in Bremen zur Ausführung gelangt ist<sup>1)</sup>. Diese Schächte unterscheiden sich von den zum Einsteigen benutzten nur insofern, als sie zu einer den Schnee aufnehmenden Kammer führen, welche in Abb. 130 quer zum Kanal, bei anderen Schächten aber auch in dessen Achse liegt. E bezeichnet in der Abbildung den eigentlichen Einwurfsschacht; ihm gegenüber liegt noch ein zweiter Schacht E<sub>1</sub> für den Arbeiter, der beim Fortschwemmen des Schnees nachzuhelfen hat. Eine solche Nachhilfe ist jedoch meistens nicht erforderlich; auch werden Brausen nur in Kanälen mit geringer Wasserführung angewendet. Manche Kanäle werden in Bremen durch den Stadtgraben gespült. Bei diesen hat man mit Erfolg den Versuch gemacht, den Schnee durch die gewöhnlichen Schächte einzuschütten und fortzuspülen; eine Messung ergab, daß drei Schächte innerhalb einiger Stunden eine Schneemenge von 472 cbm aufnahmen, die von dem Spülstrom fortgeführt wurden.

In anderen größeren Städten sind ähnliche Anordnungen getroffen worden.

## VIII. Die Reinhaltung der Kanäle und ihre Lüftung.

### a) Vorrichtungen zum Spülen der Kanäle.

#### 1. Allgemeines.

Bereits früher wurde darauf hingewiesen, daß zur Reinhaltung der Kanäle regelmäßige Spülungen nicht zu entbehren sind, und daß als Bezugsquellen für Spülwasser neben der Wasserleitung Bäche im Stadtgebiet oder in der näheren Umgebung, gestautes Wasser aus Flüssen, Teichen usw., Quellwasser und Grundwasser in Betracht kommen (vgl. C, II, b). Namentlich sind solche Spülungen erforderlich für Schmutzwasser führende Leitungen mit schwachem Gefälle, da sich in ihnen leicht Ablagerungen bilden. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Spülung umso erfolgreicher ist, in je kürzeren Zwischenräumen sie vorgenommen wird. Auch hat die Spülung eine Verbesserung und Erneuerung der Kanalluft zur Folge, indem sie jedesmal eine gewisse Menge derselben aus dem Kanale verdrängt und durch neue Luft ersetzt.

Unter günstigen Verhältnissen, d. h. wenn man Spülwasser in großer Menge zur Verfügung hat (aus einem See oder einer gestauten Flußstrecke und dgl.), kann man die Spülung in der Weise vornehmen, daß man in die oberen Enden der Leitungen so viel Wasser einläßt, bis man durch das verstärkte Spiegelgefälle die erforderliche Geschwindigkeit erzielt hat.

Meistens aber hat man viel geringere Wassermengen zur Verfügung, so daß häufig eine Ansammlung des Spülwassers in Teichen oder überdeckten Sammel-

<sup>1)</sup> Aus „Frühling“, „Die Entwässerung der Städte“, Handbuch der Ing.-Wiss. III. Teil, 4. Bd.

behältern erforderlich wird, aus denen das Spülwasser durch Spülleitungen den Spülbehältern oder Spülschächten zugeführt wird. Auch Wasser aus Spring- und Laufbrunnen, Badeanstalten sowie nahezu reines Abwasser aus gewerblichen Betrieben kann dafür nutzbar gemacht werden. Falls ausreichender Zufluß vorhanden ist, kann zwecks Ersparnis an Leitungswasser auch das Kanalwasser selbst zur Spülung aufgestaut und verwendet werden, was indessen nur bei den Hauptkanälen der Fall ist, während die oberen Strecken stets eines Zuschusses von besonderem Spülwasser bedürfen.

Die Entnahme von Spülwasser aus Wasserläufen, Teichen oder Seen erfordert die gleichen Anlagen, wie sie zur Entnahme für Versorgungszwecke im 2. Teile des „Städtischen Tiefbaues“ geschildert wurden. Für Fernhaltung von Fremdkörpern ist dabei Sorge zu tragen. Die Leitungen nach den Spülbehältern oder Spülschächten sind entweder offene Gräben oder überdeckte Leitungen, und zwar für kleinere Lichtweiten Ton- oder Zementrohre, für größere gußeiserne oder Eisenbetonrohre. Die zur Aufspeicherung des Spülwassers dienenden Teiche können, wie dies z. B. in Düsseldorf geschehen ist, als Zierteiche in Anlagen angeordnet werden; auch Stadtgräben (Bremen) hat man dazu verwendet. Im eigentlichen Stadtgebiet hat man überdeckte Sammelbehälter.

## 2. Spülbehälter und Spülschächte.

Die Einführung des Spülwassers in die Kanäle erfolgt durch Spülbehälter. Als solche dienen entweder besondere Bauwerke oder die zu Spülschächten ausgebildeten Einsteigeschächte. Die Spülung geschieht nun in der Weise, daß die in einen Spülschacht einmündenden Kanalöffnungen entweder sämtlich abgeschlossen werden, oder daß der Verschuß nur für die Mündung der zu spülenden Strecke erfolgt. Gleichzeitig läßt man noch reines Wasser aus der Wasserleitung oder einem hochliegenden Gewässer der genannten Art zufließen, welches den Aufstau des Abwassers beschleunigt und durch Verdünnung des Abwassers eine bessere Reinigung bewirkt. Ist der Aufstau hinreichend groß geworden, so wird der Verschuß plötzlich geöffnet, und die aufgestauten Wassermengen schießen nun mit großer Gewalt durch die bislang verschlossene Leitung.

Da jedoch die Spülwirkung mit der Profilgröße mehr und mehr nach unten zu abnimmt, so müssen in Abständen von 100 bis 200 m immer neue Spülungen erfolgen.

Was die Größe des Aufstaus des Spülwassers anbelangt, so dürfen gemauerte Kanäle oder nicht besonders sorgfältig gedichtete Betonkanäle keinem Überdruck ausgesetzt und das Wasser daher nicht über den Scheitel angestaut werden. Dagegen dürfen Steinzeugrohre und durch Übermuffen gedichtete Betonleitungen einem Innendruck von 1,00 m ausgesetzt werden. Doch hat man zu beachten, daß durch den Aufstau keine Überschwemmung der Keller eintreten kann. Aus diesem Grunde wird, um Unachtsamkeiten vorzubeugen, im Spülschacht ein Überlaufrohr angebracht (Abb. 131), welches eine Weite von 15 cm erhält, in die untere Schachtwand eingemauert und von da nach der abzweigenden Leitung geführt wird. Wird die in der Abbildung dargestellte Klappe gezogen, so ergießt sich das Wasser in die zu spülende Strecke und reißt infolge der erhöhten Geschwindigkeit die Ablagerungen mit sich fort. Bei geringem Zufluß von Spül- und Kanalwasser dauert der Aufstau geraume Zeit, namentlich wenn die obere Strecke eine größere Länge und Weite

und dabei geringes Gefälle besitzt. In diesem Falle nimmt man eine Absperrung der Strecke in dem nächsten oberhalb gelegenen Schachte vor, oder man füllt den Spülschacht allein mit Reinwasser, muß aber dann sämtliche im Schachte vorhandenen Mündungen verschließen.

Leitungen, welche nur bis zum Scheitel gefüllt werden dürfen, werden zur Sicherheit nicht ganz verschlossen, damit das Wasser über den Abschluß hinweg in die untere Leitung fließen kann, wie dies später in den Abb. 137, 138 bis 140 gezeigt ist, oder sie werden durch selbsttätig sich öffnende und noch näher zu beschreibende Spültüren abgesperrt.

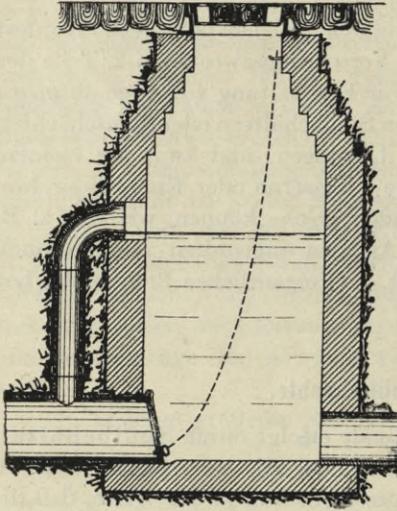


Abb. 131.

Für nicht begehbare Leitungen werden Spüleinrichtungen zweckmäßig in allen Einsteigeschächten vorgesehen, damit man jede Leitungsstrecke kräftig durchspülen kann. Für begehbare Leitungen sind sie weniger erforderlich, da man diese bequem durch Bürste und Schaufel reinigen oder mit Hilfe der unter b noch zu besprechenden Spülwagen auch ohne feste Einrichtungen spülen lassen kann.

### 3. Spülverschlüsse.

#### a) Allgemeines.

Der zum Aufstau dienende Verschluss ist so einfach und billig als möglich zu halten. Deshalb eignen sich fest eingebaute eiserne Klappen-, Schieber- und Türverschlüsse nur in gewissen Fällen, auf welche noch eingegangen wird. Sie haben den Nachteil, daß sie teuer sind und leicht rosten, daher sorgfältig unterhalten werden müssen. Zu ihrer Anbringung sind meistens Nischen oder Schlitze in den Kanalwandungen erforderlich, in denen sich leicht Schmutz ansammelt.

Ein völlig wasserdichter Verschluss der Profile ist für Spülzwecke nicht erforderlich.

Die vorkommenden Verschlüsse sind Holzstöpsel und versetzbare Spültüren, und sodann die fest eingebauten Spülverschlüsse, nämlich Klappen, Handzug-schieber, Kettenrollenzugschieber und Spültüren. Die Wahl unter den letztgenannten richtet sich nach Größe und Art des Profiles. Die Dichtungsflächen werden meistens mit einer Messingeinlage versehen, damit sie nicht rosten und die leichte Bewegbarkeit und den dichten Schluß des Schiebers nicht in Frage stellen.

#### β) Holzstöpsel.

Holzstöpsel dienen zum Verschlusse kleinerer Leitungen, wie Tonrohrleitungen. Sie sind mit Filz oder mit Gummi abgedichtet. Die obere Hälfte ist mit einer Holz-scheibe benagelt, welche übersteht und sich so gegen den Spiegel, in den das Rohr eingemauert ist, legt. Durch einen Zug an einer mittels Öse am Stöpsel befestigten Leine kann letzterer durch plötzlichen Ruck von der Straße aus herausgezogen werden, sobald der Aufstau hinreichende Höhe erreicht hat. Um das zu erleichtern,

führt man zweckmäßig die Leine zunächst etwa wagerecht nach der gegenüberliegenden Schachtwand und von dort über eine Rolle senkrecht nach oben. Es ist außerdem zweckmäßig, die aufgenagelte Holzscheibe oben wagerecht abzuschneiden,

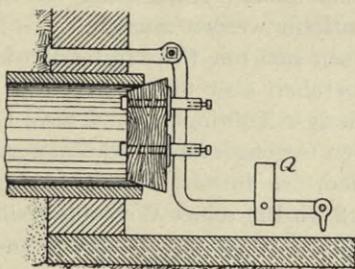


Abb. 132.

diese Kante abzurunden und eine Schicht des Spiegels in entsprechender Höhe etwas vorstehen zu lassen, um sie als Drehkante beim Herausziehen des Holzstöpsels zu benutzen.

Für jede Rohrweite muß natürlich die Spülmanschchaft besondere Stöpsel mit sich führen.

Bei der Anordnung nach Abb. 132, welche einen Spülverschluß der Berliner Tonrohrleitungen darstellt, drückt ein verstellbares Gewicht Q auf den aus Weichholz bestehenden Stöpsel.

#### γ) Versetzbare Spültüren.

Versetzbare Spültüren sind die einfachsten Verschlüsse für begehbare Kanäle. Sie bestehen aus einem eisernen Rahmen mit Schlitz, welcher der Profilform genau entspricht und in die Kanalleibung eingemauert wird. Von der Spülmanschchaft wird ein in ihn passender Schieber (sog. „Tür“) (Abb. 133), welcher aus versteiftem

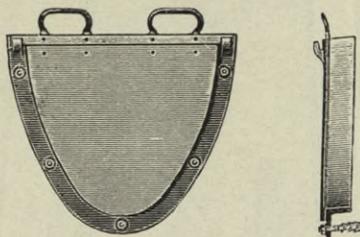


Abb. 133.

Blech besteht, mitgeführt und überall da eingesetzt, wo Rahmen mit gleichem Profil eingemauert sind. Zum Aufziehen der Schieber, welches durch die Wirkung des Wasserdruckes erschwert wird, ist namentlich bei größeren Profilen die Aufstellung einer Winde über der Schachtöffnung erforderlich.

#### δ) Spülklappen.

Die Spülklappen gehören zu den fest eingebauten Verschlüssen, welche aus den oben angegebenen Nachteilen nur da angezeigt erscheinen, wo sich häufig Ablagerungen zeigen, und somit regelmäßige Spülungen vorgenommen werden

müssen, z. B. an unvermeidlich starken Brechpunkten des Gefälles, wie sie bei der Einmündung von Bergstraßen in Talstraßen vorkommen. An solchen Stellen tritt infolge des plötzlichen jähen Gefällswechsels eine Herabminderung der Geschwindigkeit und damit eine erhöhte Ablagerung von Schmutzstoffen ein, die auf dem Wege der Spülung entfernt werden müssen.

Die Spülklappen eignen sich nur für kleine Profile. Sie kommen in verschiedenen Formen vor, beruhen aber immer auf dem in Abb. 131 dargestellten Prinzip, daß sie infolge schräger Anbringung und ihres Gewichtes, das noch durch Anordnung eines besonderen Gegengewichtes erhöht werden kann, einen möglichst dichten Verschuß herstellen, der durch Handzug an einer Kette geöffnet wird.

Der Klappenverschluß wird in seiner Wirkung beeinträchtigt durch Schmutz- und Sinkstoffe, welche im Schachte vor den Rohrmündungen sich ablagern oder an den Schlußflächen haften.

#### ε) Handzugschieber.

Handzugschieber eignen sich gleichfalls nur für kleine Profile. Abb. 134<sup>1)</sup> zeigt ein Beispiel mit dazu gehörigem Einsteigeschacht für einen Eikanal. Der

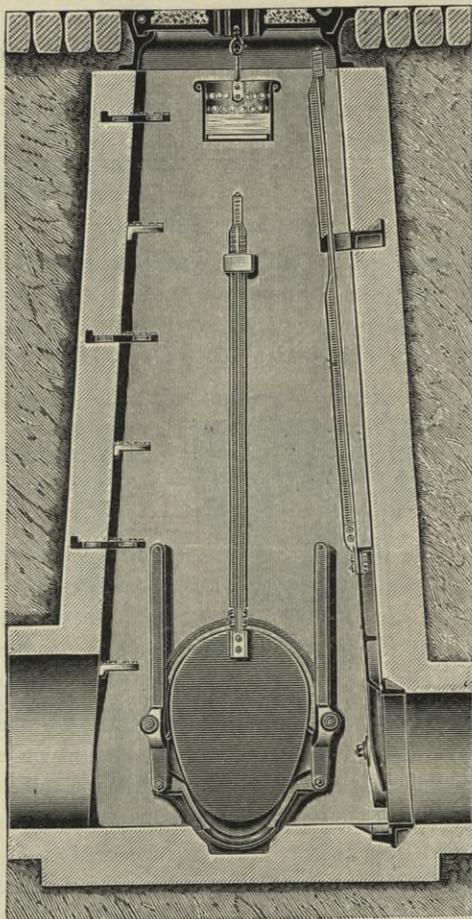


Abb. 134.

<sup>1)</sup> Aus dem Musterbuche der Halbergerhütte.

bei den Klappenverschlüssen genannte Nachteil von Ablagerungen an der Rohrmündung und an den Schlußflächen fällt hier weniger ins Gewicht, weil der Schieber durch seine Abwärtsbewegung diese Stoffe entfernt. Am oberen Ende derartiger Schieber befindet sich entweder ein Handgriff oder eine weiter nach oben reichende Stange mit Schraubengewinde, auf welche ein Schlüssel mit Querstange aufgeschraubt wird, um die Handhabung von der Straße aus vornehmen zu können (Abb. 134).

Die Rohrweite, bis zu welcher solche Schieber genügen, beträgt 60 cm; für Eiprofile genügen sie bis zu 50/75 cm Weite. Auch bei Hausleitungen können sie verwendet werden und dabei gleichzeitig als Abschluß gegen Rückstau dienen.

Bei größeren Kanälen erhält der Schieber ein zu großes Gewicht, gleichzeitig wird der durch den Wasserdruck hervorgerufene Bewegungswiderstand zu groß, um durch einfachen Handzug überwunden werden zu können, so daß besondere Bewegungsvorrichtungen angebracht werden müssen, die in Spindeln oder Kettenrollenzügen bestehen.

#### ζ) Spindelschieber.

In Abb. 94<sup>1)</sup> war bereits ein zum Abschluß eines Notauslasses dienender Spindelschieber der „Halbergerhütte“ dargestellt. Als Antrieb dient eine in eine

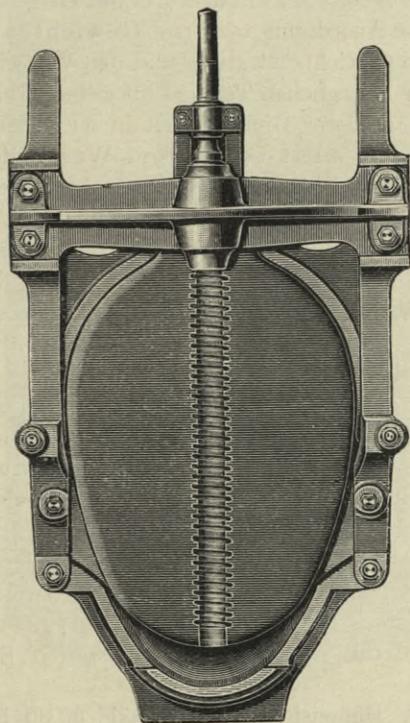


Abb. 135.

Zahnstange greifende Schnecke. Bei größeren Kanälen, wo schwere Schieber erforderlich werden, gleicht man das tote Gewicht des Schiebers durch ein Gegengewicht

<sup>1)</sup> Aus dem Musterbuche der Halbergerhütte.

aus. Da die Schnecke und die Zahnstange leicht verschlammen, so daß zur Bewegung des Schiebers ein großer Kraftaufwand erforderlich wird, so hat Geiger - Karlsruhe die Anordnung getroffen, die Spindel mit einem Gußgehäuse zum Schutze gegen Verunreinigung zu umgeben. Doch ist die Bewegung eine ziemlich langsame, so daß die angestaute Spülwassermenge schon während des Öffnens zum Teil entweicht und somit die Spülwirkung beeinträchtigt wird. Diesen Nachteil beseitigt der Geigersche Kettenrollenzugschieber zum großen Teile. In ähnlicher Verbesserung bringt auch die Halbergerhütte Spindelschieber in den Handel.

#### 7) Kettenrollenzugschieber.

Die Anordnung des Geigerschen Patent-Kettenrollenzugschiebers zeigt Abb. 136. Das Musterbuch der Geigerschen Fabrik gibt dazu folgende Beschreibung:

„Der Kettenrollenzugschieber besteht aus einer Kette ohne Ende, welche über zwei verzahnte Kettenrollen läuft, von denen die untere, die „Führungsrolle“, am Schieber, die obere, die „Antriebsrolle“, entweder in einem besonderen, im Straßendamm liegenden Schlüsselhut oder in einem an der Schachtmauer angeschraubten Wandlagerbock angeordnet ist.

„In dem geschlossenen Kettenrollenzug ist auf der hinteren Seite der Schieberdeckel, auf der vorderen Seite ein zwischen T-Schienen geführtes Gegengewicht eingeschaltet; durch diese Anordnung wird eine Gewichtsausgleichung bewirkt, so daß nur die durch die Gewichtsbelastung und den Wasserdruck hervorgerufenen Reibungswiderstände der beweglichen Teile zu überwinden bleiben, welche so gering sind, daß auch Schieber größerer Dimensionen in wenigen Sekunden und mit spielender Leichtigkeit, selbst bei vollem Wasserdrucke, aufzuziehen sind, während für Spindelschieber gleicher Größe bei erheblich größerem Kraftaufwande etwa die 20 fache Aufzugszeit erforderlich ist.

„Für die schnelle Bewegungsfähigkeit des Schiebers ist eine sichere und leichte Führung des Schieberdeckels unerlässlich. Außer der allen Schiebern gemeinsamen seitlichen Führung in den Gleitschienen ist derselbe noch in der Mitte doppelt geführt, indem der Hals des Schieberdeckels die in der Schachtwand eingelassene T-Schiene mittels zweier Klauen umfaßt. Ferner ist vorn auf dem Schieberdeckel eine U-Schiene aufgeschraubt, deren Flansche zwischen die scheibenförmigen Nabenansätze der unteren Kettenrolle passend eingreifen und oben mit Keilflächen versehen sind, so daß sie nicht nur die mittlere Geradföhrung des Schieberdeckels unterstützen, sondern auch, in Verbindung mit den Keilverschlüssen der Gleitschienen und dem in den Schieberrahmen eingreifenden unteren Klauenverschluß beim Schließen des Schiebers den wasserdichten Schluß derselben sicher bewirken.

„Die untere Kettenrolle sitzt lose auf einer Welle, welche in Schlitz an den U-förmigen Führungsleisten gelagert und wie die metallenen Keilverschlüsse der letzteren mittels Metall-Stellschrauben gegen den Schieberdeckel verstellbar ist.

„Schieber mittlerer Dimensionen für Kanäle 60/90 bis 100/150 cm Eiprofil und 70 bis 140 cm Kreisprofil werden mit einem Kettenrollenzug, größere Schieber mit zwei Kettenrollenzügen ausgeführt; die Kettenstärke der zur Verwendung gelangenden Antriebsketten richtet sich nach Größe, Gewicht und Zweckbestimmung der Schieber. Je nachdem die Schieber als Spül- und Absperrverrichtung oder nur zu letzterem Zwecke dienen, erfolgt der Antrieb durch ein Zahnrad- oder ein Schneckengetriebe mit gefrästen Zähnen.

„Wird die Antriebsvorrichtung in einem im Straßendammb eingebauten Schachtkasten (dem sog. Schlüsselhub) angeordnet, so werden diese Teile auf einer

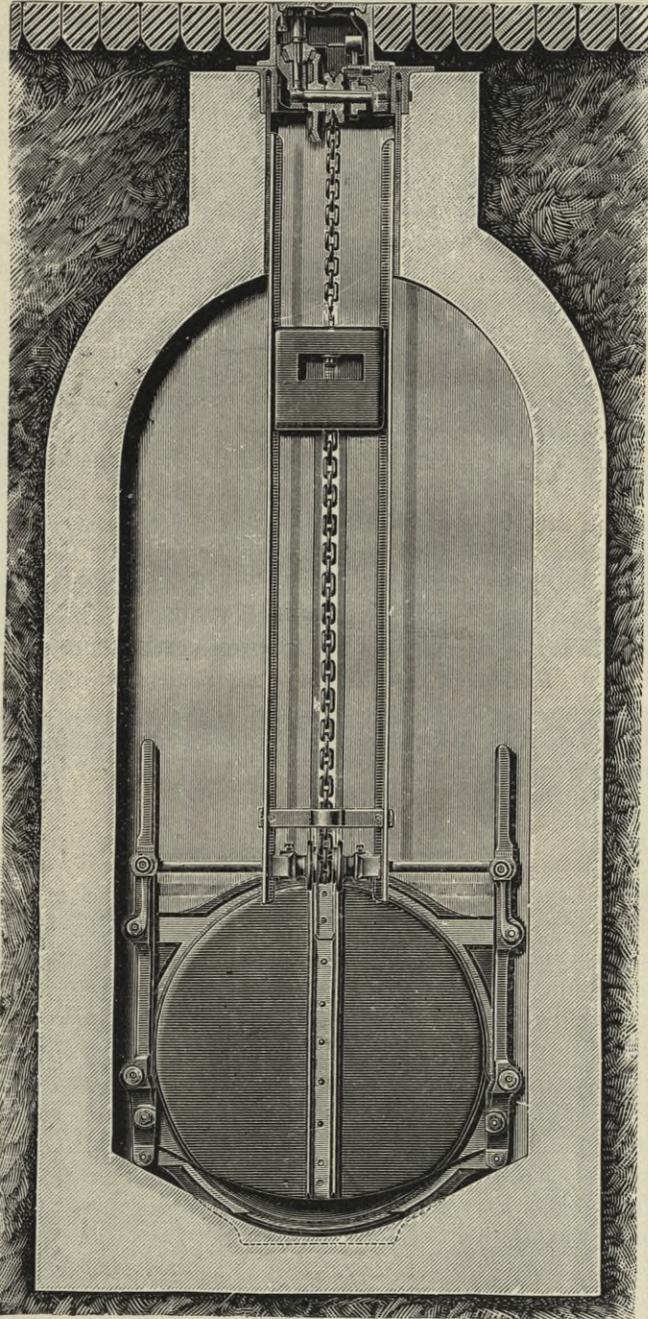


Abb. 136.

kräftigen gußeisernen Grundplatte, dem sog. Mauerkasten, gelagert, der bei besteigbaren Schächten auch als Auflage für den Schachtdeckel dient.

„Die Anordnung der Antriebvorrichtung in einem Schlüsselhut empfiehlt sich für Schieber mittlerer Größe und für normale Schachtanlagen; sie hat den Vorzug leichter Zugänglichkeit zum Getriebe und gestattet die Bedienung der Schieber ohne Öffnen bzw. Besteigen der Schächte.

„Wo der Anordnung der Antriebvorrichtung in einem von der Straße aus zugänglichen Schlüsselhut Hindernisse entgegenstehen, ferner bei großen Schachttiefen und komplizierten Schachtanlagen, insbesondere aber bei allen größeren Schiebern, empfiehlt sich die Anordnung der Auszugsvorrichtung in einem Wandlagerbock, der mit kräftigen Ankerschrauben in geeigneter Höhe über dem Schieber an dem Schachtmauerwerk befestigt ist. Der Antrieb kann hierbei in beliebiger Weise von der Straße aus oder im Schachte erfolgen, auch ist man dabei in bezug auf die Schachtanlage ganz unabhängig von der Aufzugsvorrichtung. Wenn der Stand eines Schiebers von dem Bedienungspersonal nicht beobachtet werden kann, empfiehlt sich die Anbringung eines Zeigerwerkes im Schlüsselhut.“

Der in Abb. 136 dargestellte Schieber ist ein Spülschieber für volles kreisförmiges Kanalprofil in unbesteigbarem Schacht; er besitzt die normale Anordnung mit im Schlüsselhut eingebautem Getriebe und kurzem Mauerkasten. Die Preise derartiger Schieber schwanken je nach der Lichtweite des Kanalprofils und nach der Dichtung zwischen 225 M bis 720 M für Kreisprofile von 70 bis 140 cm Lichtweite und zwischen 250 bis 720 M für Eiprofile von 60/90 bis 113/170 cm Lichtweiten, aber ohne Zubehör. Ein Schlüsselhut mit herausnehmbarem Getriebe kostet 50 M, die Abdeckung hierzu 25 M, ein Wandlagerbock 55 bis 85 M.

In neuester Zeit hat die genannte Fabrik noch Verbesserungen dieser Schieber mit nachstellbaren Rollenkeilverschlüssen und Rollenführungen „System und Patent Geiger“ vorgenommen, welche die oft hinderlichen Klauenverschlüsse ersetzen. Näheres darüber findet man in der Zeitschrift „Gesundheits-Ingenieur“ vom 19. Nov. 1910 (Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin).

#### \*) Spültüren.

Fest eingebaute Spültüren werden namentlich in größeren begehbaren Kanälen angeordnet, wo mangels erforderlicher Höhe die Anwendung eines Schiebers nicht möglich ist. Die Türen haben zugleich den Vorteil, daß sie die abgeschlossene Öffnung und damit die angestaute Wassermenge rasch und in vollem Umfange freigeben. Sie sind um eine senkrechte oder — was aber weniger gut ist — wenig geneigte Achse drehbar gelagert, welche an der Seite der Tür liegt und durch Angeln gebildet wird, die an einem in den Kanalkörper eingelassenen gußeisernen Rahmen befestigt sind. Auch sind sie so eingerichtet, daß sie sich bei einer bestimmten Stauhöhe selbsttätig öffnen. Aus diesem Grunde werden sie gegen den Strom geschlossen und in dieser Stellung durch einen am Rahmen drehbar gelagerten Hebel (Abb. 137) mit Sperrklaue, welche über eine an der Tür angebrachte Rolle greift, gehalten. Übersteigt nun der Druck der hinter der Spültür sich stauenden Wassermenge den durch das Hebelwerk auf die Schlußrolle ausgeübten Druckwiderstand, so sucht dieselbe die Sperrklaue wegzudrücken. Diese gibt nach, indem sie dabei den Gabelhaken emporhebt, schlägt — um ihre Achse sich drehend — nach hinten um und gibt dadurch die Schlußrolle bzw. die Tür frei, welche durch die Gewalt des Wasserschwalles plötzlich zur Seite geschleudert wird und das ganze Kanalprofil dem hervorstürzenden Spülstrom öffnet.

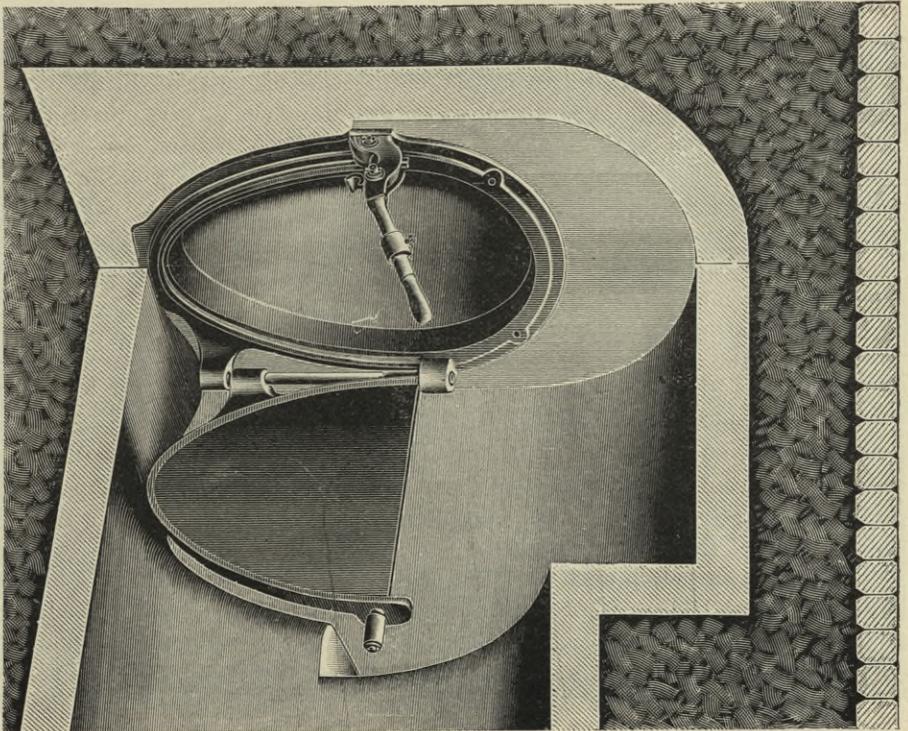
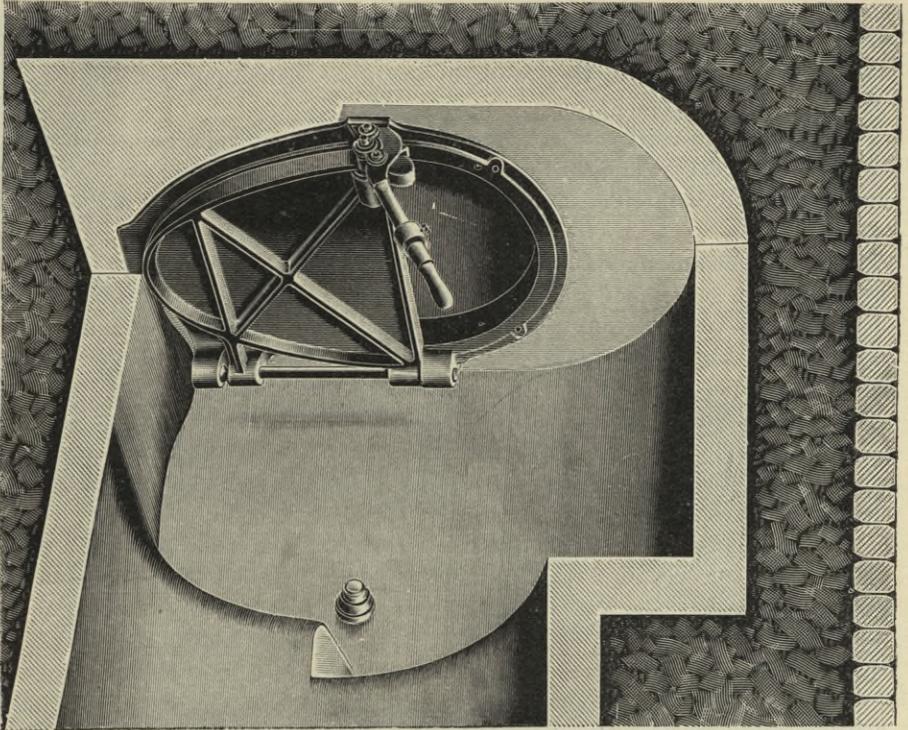


Abb. 137.

Das Schließen der Türen erfolgt bei den kleineren durch Zuschlagen von Hand, bei den größeren Spültüren mit Hilfe eines Schneckengetriebes (Abb. 140), durch welches das Hebelwerk in seine die Zuhaltung der Tür bewirkende Anfangsstellung gebracht wird.

Da die selbsttätige Wirkungsweise der Spültüren volle Sicherheit gegen ein Überschreiten der zulässigen Stauhöhe gewährt, so können sie auch als Volltüren ausgeführt und dadurch die Spülkraft des Stauwassers in höherem Maße ausgenutzt werden.

Will man aus irgendeinem Grunde das selbsttätige Aufspringen der Türen bis zu einem gewissen Grade aufheben und diese von Hand betätigen, so darf man nur das verstellbare Gewicht des Gabelhebels so weit nach außen schieben, daß der Druck des Hebelwerkes auf die Schlußrolle größer ist als der Gegendruck des Wassers bei der höchsten zulässigen Stauhöhe.

Da das Hebelwerk seitlich der Tür am Rahmen angebracht ist, so kann das Öffnen der Spültüren von Hand mit Leichtigkeit und ohne Gefahr vorgenommen werden, was bei den heutigen strengen Vorschriften über Unfallverhütung nicht unwesentlich ist.

Bezüglich der sonstigen konstruktiven Ausbildung der Geigerschen Spültüren ist noch zu bemerken, daß sie mit senkrecht stehendem und geschlossenem Rahmen ausgeführt werden; die Türen springen deshalb leicht auf und besitzen eine größere Solidität und Dichtigkeit als die alten Spültüren mit schräg gestelltem offenen Rahmen. Der geschlossene Rahmen gestattet auch eine einfachere Ausführung des Mauerwerkes, indem keine besonderen Formsteine für den oberen Teil des Kanales erforderlich sind. Die Dichtung ist bei sämtlichen Türen Eisen auf Hartblei.

Die Türen sind mit senkrecht stehenden Drehachsen versehen, welche in einem Spurzapfenlager laufen. Die Achsenlager sind mit Metallbüchsen ausgefüttert. Die Achse kann durch Aufsetzen eines Wellenstückes bis unter die Straße verlängert und das Schließen der Tür daher auch von der Straße aus mittels Schlüssels besorgt werden, da das Hebelwerk so eingerichtet ist, daß es den selbsttätigen Schluß der Tür herbeiführt. Bei der Ausführung mit Antrieb von der Straße aus wird die Anordnung von Seiteneingangsschächten überflüssig, so daß in Straßen mit geringem Verkehre die Schächte direkt über dem Kanal angebracht werden können und deshalb die bedeutenden Kosten für die Seiteneingangsschächte in Wegfall kommen (Abb. 138 u. 139).

Der Preis solcher Türen schwankt zwischen 125 und 335 M für Kreisprofile von 60 bis 100 cm Durchmesser und zwischen 95 und 340 M für Eiprofile von 40/60 bis 90/135 cm Lichtweite.

Zur Verhütung der schädlichen Folgen des beim Aufspringen der Spültüren entstehenden Stoßes dienen Puffer, welche in die Kanalwandung eingemauert werden, und auf deren elastischen Gummieinsatz die Tür beim Aufspringen aufschlägt. Der Gummieinsatz des Türpuffers kann nach erfolgter Abnutzung durch Lösen der mit Gewinde versehenen Überschraubmuffe ausgewechselt werden.

Man findet jedoch auch noch Türen, welche von Hand zu öffnen sind. Damit ist jedoch eine bedeutende Gefahr für den bedienenden Arbeiter verbunden, so daß für diesen ein erhöhter und sicherer Standpunkt, etwa durch Anordnung einer Nische, geschaffen werden muß.

Geiger liefert ferner Türen, welche sich selbsttätig öffnen und gleichzeitig Schließmechanismus besitzen. Diese Türen sind für größere Kanäle zu verwenden.

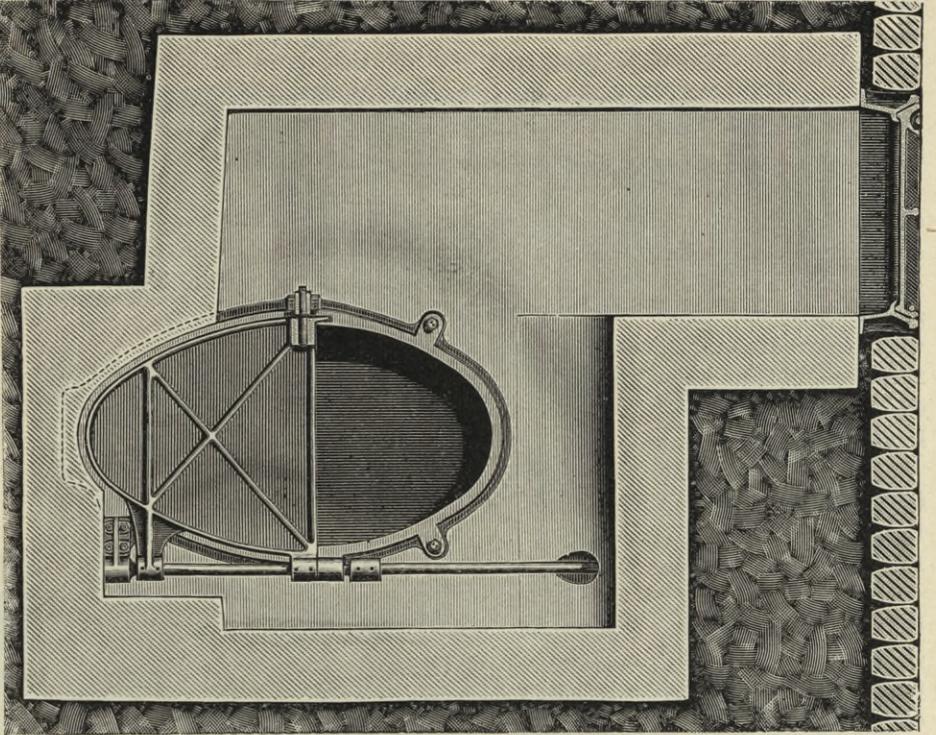


Abb. 138.

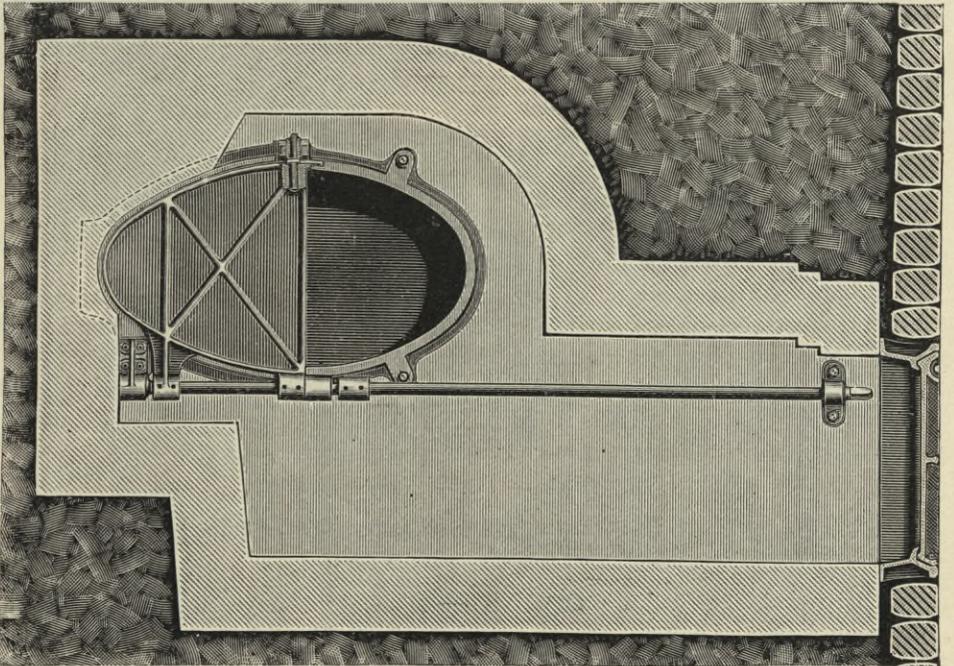


Abb. 139.

Abb. 140 zeigt eine derartige Tür. Das Preisverzeichnis gibt dazu folgende Erklärung:

„Wenn die Kanäle so groß sind, daß die sich darin fortbewegende Wassermenge dem Schließen der Türen einen zu großen Widerstand entgegensetzen würde, um dasselbe direkt von Hand bewirken zu können, so müssen die Türen mit einem besonderen Mechanismus zum Schließen versehen werden.

„Dieser Schließmechanismus besteht aus einem lose auf der Türwelle sitzenden Schneckenradsegment, welches durch eine mittels eines Lagerarmes am Türrahmen gelagerte Schnecke bewegt wird und die Tür durch seinen an derselben anstehenden Zahnkranz vor sich herschiebt. Wenn die Tür zum Schluß gebracht ist, bzw. das Hebelwerk denselben herbeigeführt hat, wird das Segment wieder in seine ursprüngliche Stellung zurückgedreht, und es wird die Tür dadurch für die selbsttätige Wirkungsweise freigegeben.

„Bei sämtlichen großen Überfallspültüren, deren Ausladung bzw. Breite mehr als das Zweifache der Entfernung ihrer Scharnierlappen voneinander beträgt, ist eine Entlastung der Tür erforderlich, da sie sich sonst zu stark durchbiegen und in den unteren Scharnierlagern ein den leichten Gang der Tür beeinträchtigender zu großer Achsen- druck auftreten würde.

„Diese Entlastung wird dadurch bewirkt, daß das freitragende Ende der Tür durch eine nachstellbare Zugstange an der nach oben verlängerten Türachse aufgehängt wird.

„Durch Anordnung eines Winkelgetriebes kann der Antrieb des Schließmechanismus auch von der Straße aus erfolgen. Die Schließvorrichtung ist mit dem Rahmen der Spültür fest verbunden, so daß die Spültüren in der Fabrik vollständig fertig hergestellt und ohne Schwierigkeit eingebaut werden können.

„Die selbsttätig sich öffnenden Spültüren mit Schließmechanismus werden als Überfall- und Volltüren bis zu den größten Abmessungen ausgeführt und sind von größter Solidität, Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit.“

#### 4. Selbsttätige Spüleinrichtungen (Selbstspüler).

Der Zweck selbsttätiger Spüleinrichtungen, der sog. Selbstspüler, ist der, durch regelmäßige Spülung eine Kanalstrecke mit dem geringsten Aufwande an Bedienung rein zu halten. Die Ansammlung des Spülwassers erfolgt dabei in einem über der Kanalsohle liegenden Behälter, der sich schnell entleert, sobald der Wasserstand eine bestimmte Höhe erreicht hat. Die Entleerung erfolgt gewöhnlich durch

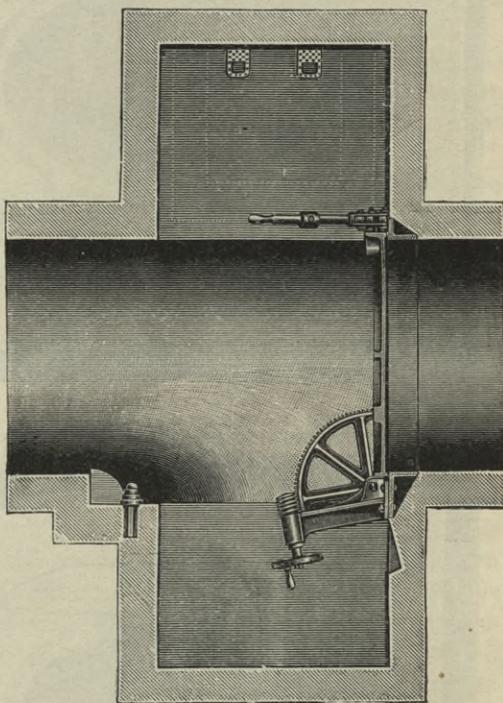


Abb. 140 a.

einen Heber. Die Anlagen unterscheiden sich nur in der Form dieses Hebers und in der Sicherung seiner Tätigkeit.

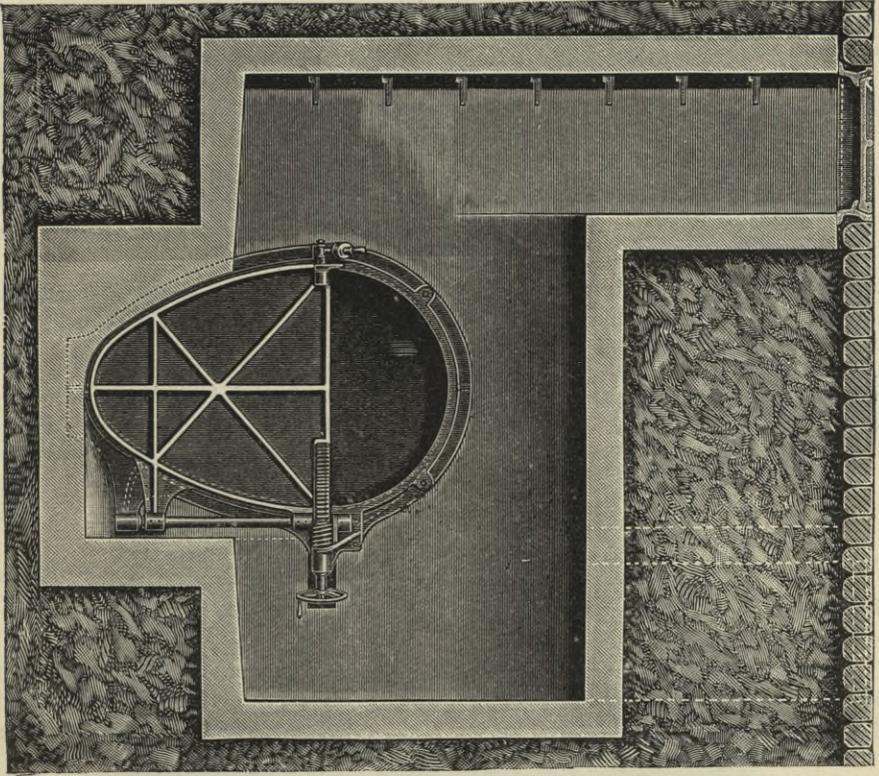


Abb. 140b und c.

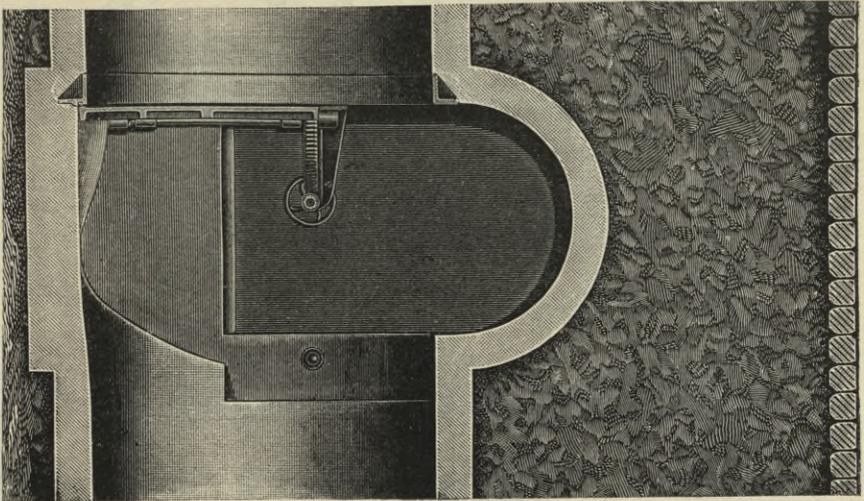


Abb. 141 zeigt einen Kanalspüler ohne bewegliche Teile der „Halbergerhütte“. Der Apparat besteht aus einem Glockenheber, dessen inneres Knauer, Kanalisation.

Rohr mit seinem unteren Ende in einen Unterteil taucht und mit diesem einen Wasserverschluß bildet.

Am oberen Ende des inneren Rohres ist ein trichterförmiger Ansatz, welcher bewirkt, daß das überlaufende Wasser nicht an den Innenwänden herabrieselt, sondern als Kegel frei herabfällt.

Die Wirkungsweise ist folgende: Sobald der Sammelbehälter genügend gefüllt ist, beginnt das Wasser über dem Trichter des inneren Rohres überzulaufen. Infolge des sich beim Überlaufen bildenden Wasserkegels wird die Luft im inneren Oberteil der äußeren Glocke mitgerissen und ein Unterdruck erzeugt, der gegen den Kanal durch den Wasserverschluß im Unterteil wirksam geschützt ist.



Abb. 141.

Einige Sekunden nach Beginn des Überlaufens ist die Luft in der Glocke so verdünnt, daß der Druck der äußeren Atmosphäre den Heber in Tätigkeit versetzt. Es entleert sich alsdann der ganze Inhalt des Spülbehälters bei voller Ausfüllung des Querschnittes des Ablaufrohres, und zwar soweit, bis Luft unter die Glocke tritt und die Saugwirkung des Hebers zerstört wird. Der Spüler bleibt dann so lange in Ruhe, bis der Behälter wieder bis zum Überlauf gefüllt ist.

Der Apparat erfordert geringe Konstruktionshöhe, arbeitet sicher bei geringer Zufußmenge und hat eine kräftige Spülwirkung. Der Preis beträgt 102,00 M ohne Schachtdeckel.

Abb. 142 stellt eine selbsttätig absetzend wirkende Spülanlage (System Mairich) vor, welche auch die Halbergerhütte liefert. Die Spülanlage besteht aus dem Behälter, dessen Inhalt durch Einschalten von Zwischenstücken beliebig

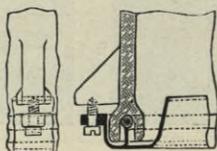
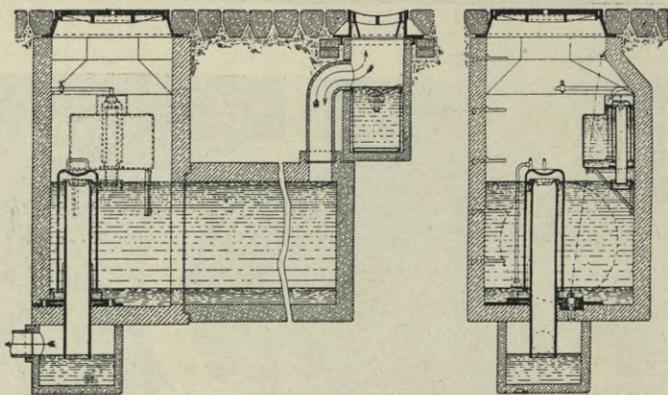


Abb. 142.

vergrößert werden kann. Damit verbunden ist der Einsteigeschacht, in dem sich der große Glockenheber befindet. Dieser Heber hat einen einstellbaren Überfall (s. Einzelteile). Er wird durch den über der Füllkante angebrachten kleinen Heber-

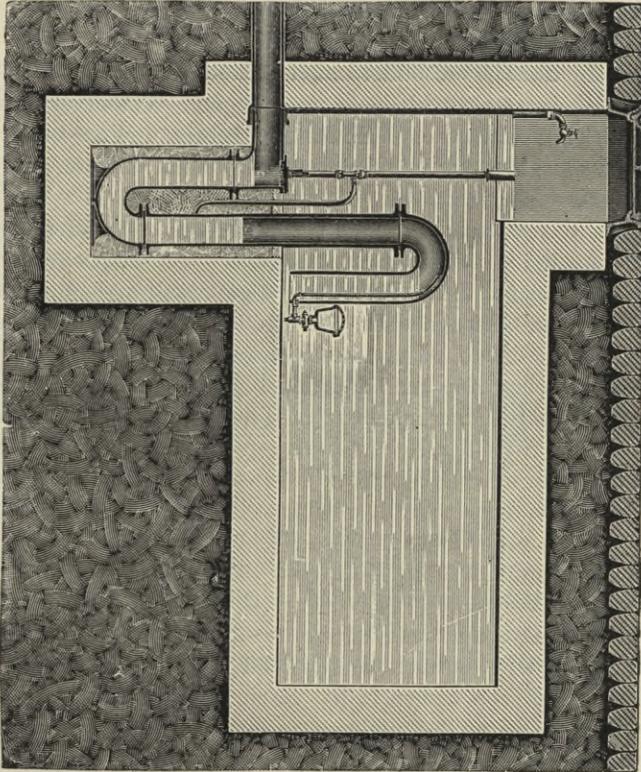
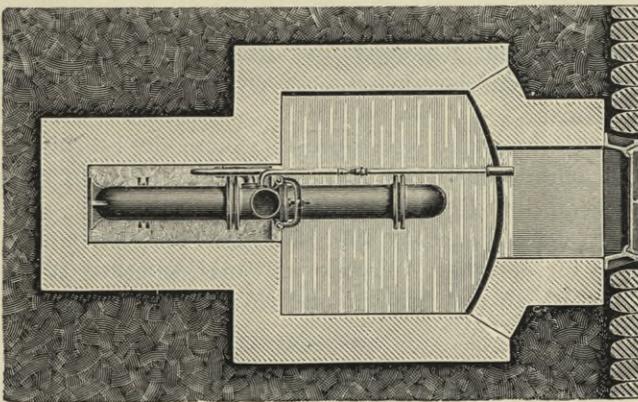


Abb. 143.



behälter nach erfolgter Füllung in Tätigkeit gesetzt. Die Spülanlage gelangt auch bei ganz geringem Wasserzufluß sicher in Tätigkeit. Der Glockenheber wird nach erfolgter Entleerung durch das an der Heberglocke angeordnete Nebenrohr, mit Erweiterung an dem unteren Ende, sicher wieder außer Wirksamkeit gesetzt.

Das Spiel der Füllung und Entleerung wiederholt sich, und das zufließende Wasser gelangt nicht etwa ständig zum Abfluß.

Eine gute Lösung für einen selbsttätigen Kanalspüler zeigt auch die in Abb. 143 gegebene Anordnung der Geigerschen Fabrik, „System Müller-Geiger“, welche ohne jeden beweglichen Teil arbeitet.

Die Anordnung des Spülers ist folgende:

Das Fallrohr des Hebers bildet einen großen Wasserverschluß; neben diesem Hauptsyphon ist ein zweiter kleinerer und engerer Wasserverschluß angeordnet, dessen kürzerer Schenkel mit dem Fallrohr des Hebers, und dessen längerer Schenkel durch ein Standrohr einerseits mit dem Ablaufrohr und andererseits mit dem Spülbehälter in Verbindung steht.

Wenn nun das Wasser im Behälter sich staut, so steigt dasselbe auch im oberen Heberschenkel — wenn auch langsamer — und preßt dadurch die Luft im Heberrohr zusammen. Diese Pressung steigert sich mit zunehmendem Wasserdruk und sucht das Gleichgewicht des großen Wasserverschlusses aufzuheben. Da jedoch die Größe dieses Wasserverschlusses so bemessen ist, daß derselbe der gepreßten Luft im Heberrohre auch dann noch genügenden Widerstand leistet, wenn der Stau im Spülbehälter den Scheitel des Hebers bereits überstiegen hat, so kann der Spüler nur mit Hilfe des Nebenwasserverschlusses in Tätigkeit treten.

Sobald der Stau im Spülbehälter die gewünschte Höhe erreicht hat, fließt das Stauwasser durch das Standrohr, in welchem ein Ejektor angeordnet ist, in das Ablaufrohr ab. Durch die Wirkung dieses Ejektors wird der Nebenwasserverschluß abgesaugt; die gepreßte Luft im Heberrohr kann nun plötzlich durch den leerge-saugten Nebenwasserverschluß nach dem Ablaufkanal entweichen. Das Stauwasser strömt unter Druck in das Heberrohr, füllt dieses ganz aus, und die saugende Wirkung des Hebers tritt nunmehr mit voller Kraft in Wirksamkeit, wobei sich der Nebenwasserverschluß von neuem füllt. Nach Entleerung des Spülbehälters kann die für das weitere Arbeiten des Spülers erforderliche Luft in das Innere des Spülers durch ein besonderes Röhrchen eintreten. Zur Regulierung und Sicherung der Luftzuführung dient ein Reguliergefäß.

Durch entsprechende Längenbemessung der Heberrohrschenkel und des Standrohres kann die Stauhöhe im Spielbehälter beliebig verändert werden. Der auf dem Kniestück des Ablaufrohres sitzende Deckelverschluß ist zum Hochschrauben eingerichtet, um den Spülbehälter bis auf den Grund entleeren zu können.

Die Ausführung der Spülbehälter kann in beliebiger Form entweder grubenartig oder brunnenartig aus Mauerwerk bzw. Stampfbeton erfolgen. Am zweckmäßigsten ist die Herstellung der Behälter aus Zementrohr-Formstücken, deren Lieferung die Fabrik mit übernimmt.

Der Preis für derartige Apparate schwankt zwischen 190 M und 425 M für Rohrweiten von 10, 15 und 22,5 cm und eine Spülwassermenge von etwa 20 bis 80 Sekundenlitern.

## 5. Spülbetrieb.

Die Spülung beginnt, wie schon erwähnt wurde, an den oberen Enden der Leitungen und wird unter teilweiser Wiederverwendung der Wassermengen nach unten hin fortgesetzt, so daß die Schmutzstoffe abwärts geschwemmt werden und schließlich in den noch näher zu beschreibenden Hauptsandfang gelangen, soweit nicht unterwegs eine Ausräumung der zusammengeschwemmten Massen erfolgt.

Der Verbrauch an Spülwasser hängt nicht nur vom Gefälle und dem Querschnitt der Kanäle sowie von der Brauchwassermenge und der Einrichtung der Spülanlagen, sondern auch von dem Umfange ab, in welchem Vorrichtungen zum Zurückhalten von Schmutz- und Sinkstoffen in das Kanalnetz eingefügt sind.

Über den Verbrauch an Spülwasser lassen sich daher keine allgemeinen Angaben machen; doch wurde bereits erwähnt, daß die Berliner Verhältnisse als unterste Grenze für die Berechnung der Spülwassermengen zugrunde gelegt werden können.

Der Spülerfolg wird durch Ableuchten, Abspiegeln oder Durchblicken festgestellt, die Länge der einzelnen Spülstrecken in ein Buch eingetragen und auf Grund mehrfach gemachter Beobachtungen der Spülplan aufgestellt. Ungünstig liegende obere Endstrecken werden alle 2 bis 4 Wochen gespült, wasserreiche Kanalstrecken bleiben auch ohne Spülung rein.

Düker müssen besonders häufig gespült werden, da sie aus den bereits angegebenen Gründen leicht versanden und verschlammten. Wo stärkere Verstopfungen von Dükern zu befürchten sind, ist Spülung durch Aufstau hinter Schiebern anzu-



Abb. 144.

ordnen; bei kurzen, gut verlegten Dükern jedoch kann man mit Vorteil Schwimmkugeln, welche einen 5 bis 10 cm kleineren Durchmesser als das Dükerrohr erhalten, zur Fortspülung der Schmutzstoffe nach Art der Abb. 144 verwenden.

## b) Sonstige Vorrichtungen zum Reinigen der Kanäle.

### 1. Allgemeines.

Die bisher besprochenen Arten der Spülung der Kanäle durch die lebendige Kraft des aufgestauten Wassers ist die beste und reinlichste Art zur Beseitigung von Ablagerungen im Kanalnetz. Trotz eines planmäßigen Spülbetriebes ist es aber nicht möglich, alle Kanalstrecken von Ablagerungen frei zu halten; es wird vielmehr in einem größeren Kanalnetz immer Strecken geben, namentlich in den oberen Teilen mit schwachem Durchfluß, welche besonders leicht verschlammten und daher noch einer anderen Reinigung bedürfen.

Man verwendet hierbei für kleinere Kanäle Bürsten, für größere, begehbare Kanäle Spülwagen oder Spülkähne.

### 2. Bürsten.

Rohrkanäle werden durch Ausbürsten gereinigt. Die Kanalreinigungsbürsten werden gewöhnlich aus einem massiven Holzkörper hergestellt, in welchen die Borstenbüschel eingesetzt sind. Machen sich jedoch infolge ungleichmäßiger Abnutzung der Bürsten Ausbesserungen nötig, so muß die ganze Bürste an die Fabrik eingeschickt werden. Geiger-Karlsruhe setzt daher die Bürsten aus einzelnen Bürstenhölzern zusammen, welche einen Hohlkörper bilden und durch zwei Stirn-

scheiben und eine Spannschraube fest und unverschiebbar zusammengehalten werden. Ein leichter Blechzylinder unter den Bürstenhölzern dient dazu, letzteren beim Zusammensetzen der Bürste Führung und Halt zu geben und den Hohlraum im Innern der Bürste gegen das Eindringen von Kanalwasser wirksam abzuschließen. Bei Ausbesserungen ist es nun möglich, die besonders stark abgenutzten Teile herauszunehmen und an die Fabrik einzuschicken, durch Einfügung vorrätig gehaltener Ersatzteile die Bürste aber dauernd betriebsfähig zu erhalten. Auch werden die Bürsten leichter und sind daher bequemer zu handhaben. Abb. 145 zeigt eine

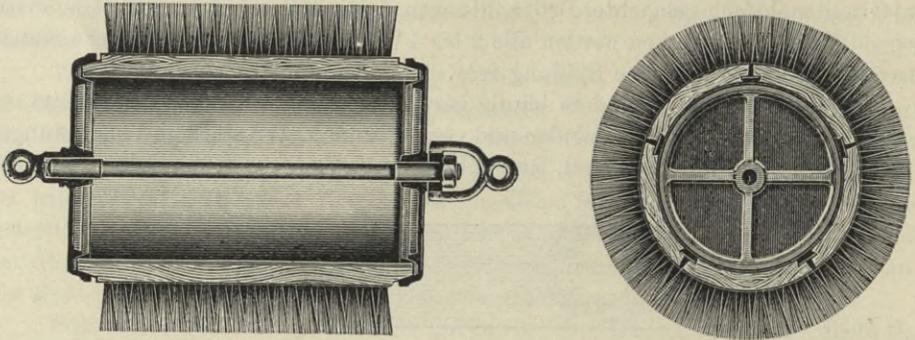


Abb. 145.

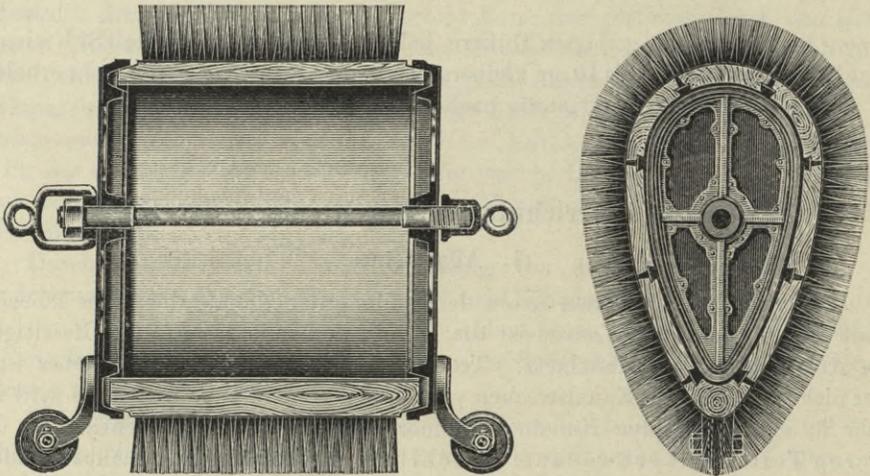


Abb. 146.

solche Bürste „System Geiger“. Der Preis beträgt 17,50 M bis 77,50 M je nach Kanalweite von 50 bis 60 cm. Auch für Eiprofile sind die Bürsten zu haben, und zwar im Preise von 40 M bis 115 M für das Stück, je nach Kanalweite von 20/30 bis 50/75 cm. Die Bürsten für Eiprofile (Abb. 146)) sind mit verstellbaren Laufrollen versehen, um eine schnelle Abnutzung des unteren Teiles der Bürsten zu verhüten.

Den Vorgang des Reinigungsbetriebes zeigt Abb. 147. Zum Durchziehen der Bürste dient ein Drahtseil, das in den Reinigungsschächten Führung durch zwei Rollen erhält, von denen aus es zu den über der Schachtöffnung stehenden Bockwinden emporgeleitet wird. Die Lagerung der Rollen erfolgt in Streben (Abb. 148),

die fest in den Schacht eingespannt werden. Diese Streben sind der Form und Lichtweite der Schächte und Kanäle entsprechend in der Länge veränderlich; auch die Führungsrollen müssen in wagerechter und senkrechter Richtung verstellbar sein,

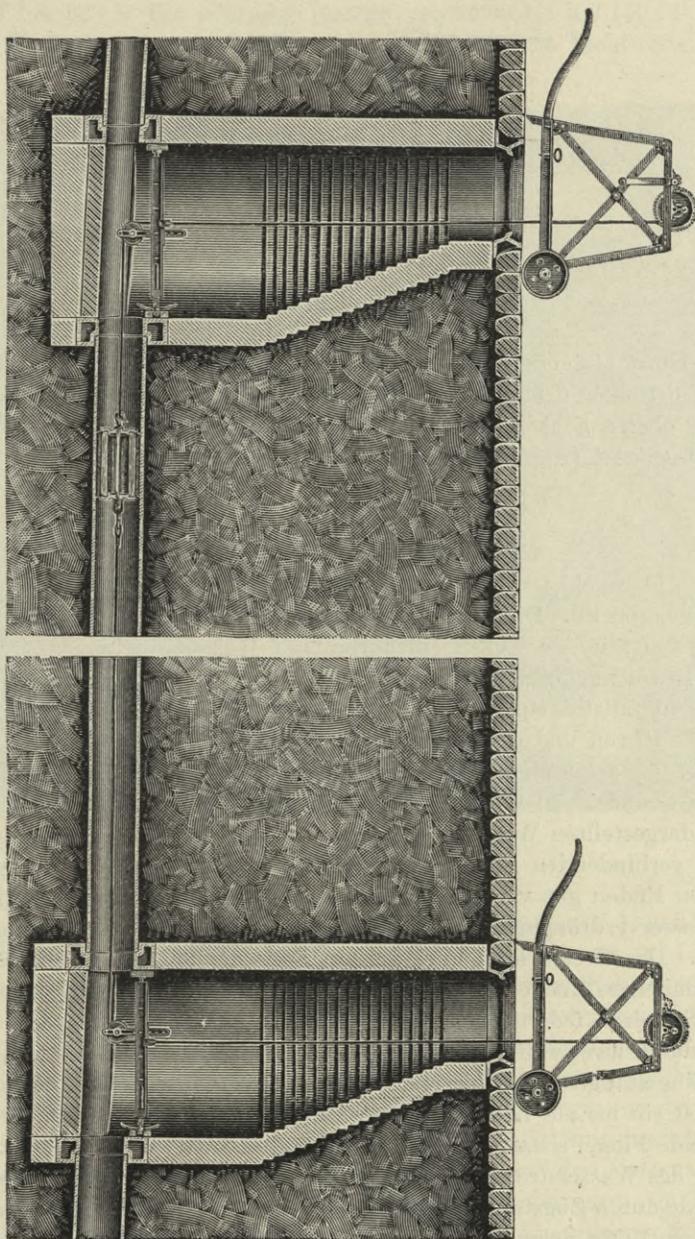


Abb. 147.

um ihnen die jeweilige richtige Lage vor der Kanalöffnung geben zu können, wie es bei der Spannstrebe in Abb. 148 der Fall ist. Diese Strebe besteht aus zwei leichten U-Schienen, zwischen denen eine die Rolle tragende Flachschiene in wagerechter und senkrechter Richtung beliebig stellbar angeordnet ist. Die Spannstrebe selbst ist an beiden Enden mit verstellbaren Backen versehen, um die Länge der Strebe

der Lichtweite des Schachtes entsprechend regulieren und die Strebe fest in den Schacht einspannen zu können. Die Spannbacken sind mit Holzklötzen gefüttert, damit das Schachtmauerwerk beim Einspannen der Strebe keine Beschädigung

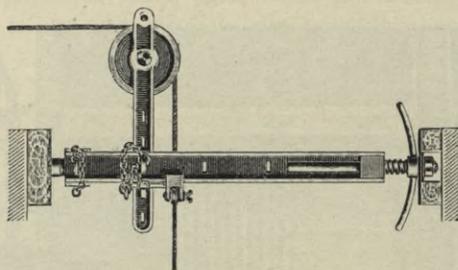


Abb. 148.

erleidet. Unter stetem starken Zufluß aus dem Stahlrohr des Hydrantenschlauches wird von der über dem unteren Einsteigeschacht stehenden Bockwinde die auch nach dem oberen Schacht zu angeseilte Bürste durchgezogen und die Rohrleitung sauber ausgeputzt (Abb. 147).

### 3. Spülwagen und Spülkähne.

Auch in begehbaren Kanälen lagert sich bei schwachem Gefälle und geringem Abfluß Schlamm ab. Die Ablagerungen werden beseitigt, indem die Kanalreiniger den Schlamm mit den Füßen aufrühren, mit Holzschaukeln vor sich herschieben und mit Besen nachbürsten. In Kanälen mit großem Querschnitt jedoch erfolgt die Reinigung mittels Spülwagen oder Spülkähnen, welche von oben her durch die Kanäle fahren und den Schlamm vor sich herschieben.

Abb. 149 zeigt einen Geigerschen Spülwagen für eiförmige Kanäle; nach denselben Grundsätzen sind auch Wagen für kreisrunde Kanäle gebaut. Das Gestell des dargestellten Wagens ist aus zwei aufrecht stehenden Ständern und zwei dieselben verbindenden Längsstangen aus dünnwandigen Stahlrohren hergestellt, die an den Enden gut verschlossen sind und durch ihr geringes Gewicht und ihre starke Wasserverdrängung dem Wagen bei großer Festigkeit besondere Leichtigkeit verleihen. Das Gestell läuft auf zwei am Fuße der Ständer angebrachten Rädern mit Gummifelgen und erhält seine Führung am Scheitel des Kanales durch zwei auf den Ständern federnd gelagerte Leitrollen und an den Seitenwandungen des Kanales durch zwei weitere Leitrollen, welche an den beiden Enden einer auf der oberen Längsstange verstellbar angeordneten Querschienen sitzen. An dem vorderen Ständer ist ein bis auf Kämpferhöhe reichender dreiteiliger Stauschild angebracht, dessen beide Flügel scharnierartig an dem festen Mittelstück angesetzt und in der Richtung des Wasserstromes aufschwingbar sind. Diese Schildflügel sind an ihrem freien Ende durch Zugstangen mit der auf der oberen Längsstange des Gestells verschiebbaren Muffe gelenkartig verbunden, welche letztere durch eine Schraubenfeder in einer der geschlossenen Stellung der Schildflügel entsprechenden Lage festgehalten wird. Die Flügel schwingen beim Auftreten eines Hindernisses im Kanal selbsttätig auf und gehen nach Passieren desselben wieder in die alte Lage zurück. Der Stauschild besitzt unten einen Ausschnitt, durch den das Stauwasser strahlartig austritt und den an der Sohle festsitzenden Sand aufwirbelt und fort-

spült. Das Gestell des Wagens ist zum Auseinandernehmen und Verstellen, der Stauschild zum Auswechseln eingerichtet; Spülwagen für alle Profile können deshalb auch durch enge Schachtöffnungen bequem in den Kanal eingebracht und die einzelnen Modelle für 2 bis 3 Profilgrößen benutzt werden. Der Preis eines solchen Spülwagens beträgt 125 bis 325 M für eiförmige Kanäle von 40/60 bis 100/150 cm Lichtweite und 95 bis 220 M für kreisförmige Kanäle mit 30 bis 80 cm Lichtweite.

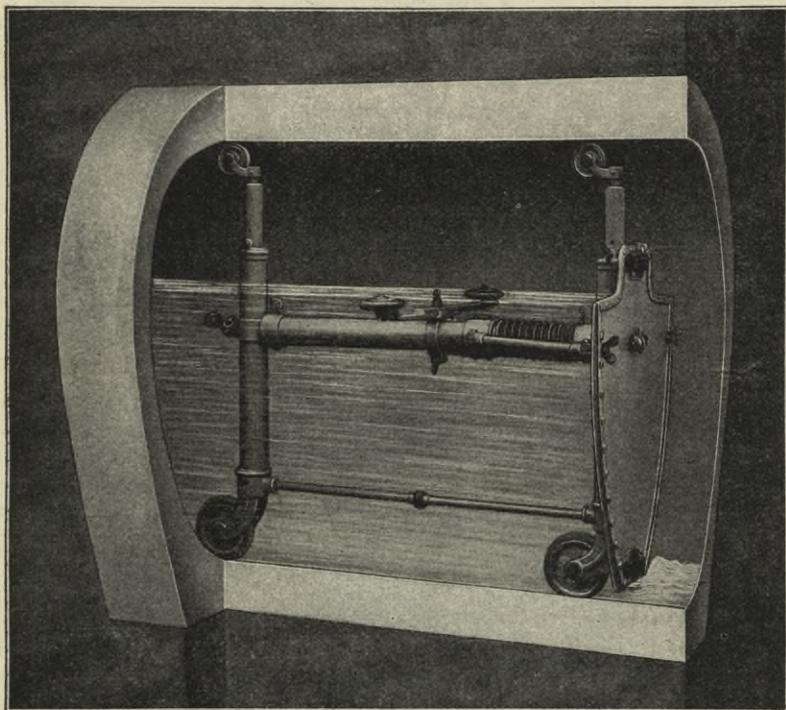


Abb. 149.

Für große Sammelkanäle baut Geiger Spülwagen mit durch geschlossenen Kettenzug verstellbarem Brustschild. Bei diesem auf Laufschienen oder Bordsteinen der Kanalrinne sich bewegenden vierrädrigen Spülwagen (Abb. 150) wird das Heben und Senken des Stauschildes durch einen geschlossenen Kettenzug vermittelt, an welchem das Schild in seinem unteren Teile aufgehängt und dessen Kette über zwei Leitrollenpaare und zwei verzahnte Kettenrollen geführt ist, durch deren mittels Handrad und Schneckengetriebe betätigte Drehung der Kettenzug bald in der einen, bald in der anderen Richtung bewegt und damit das Schild zwangsläufig gehoben und gesenkt werden kann. Damit das durch den Kettenzug in seiner jeweiligen Lage festgehaltene Stauschild etwaigen Hindernissen im Kanal, wie Schlammablagerungen usw. nachgeben kann und so Beschädigungen verhütet werden, ist das eine der beiden Leitrollenpaare wagerecht verschiebbar gelagert. Die Bewegungsgeschwindigkeit des Wagens wird durch eine Bremsvorrichtung geregelt.

In Hauptkanälen mit größerem Tiefgang wird an Stelle des Spülwagens der Spülkahn verwendet. Spülschiffe und z. T. auch Spülwagen müssen wegen ihrer Größe in den Kanälen verbleiben und sind deshalb gegen die bei Sturzregen

eintretenden hohen Wasserstände zu schützen. Dies geschieht, indem man sie in einer Kammer von genügender Höhe aufwindet, wodurch zugleich die Quer-

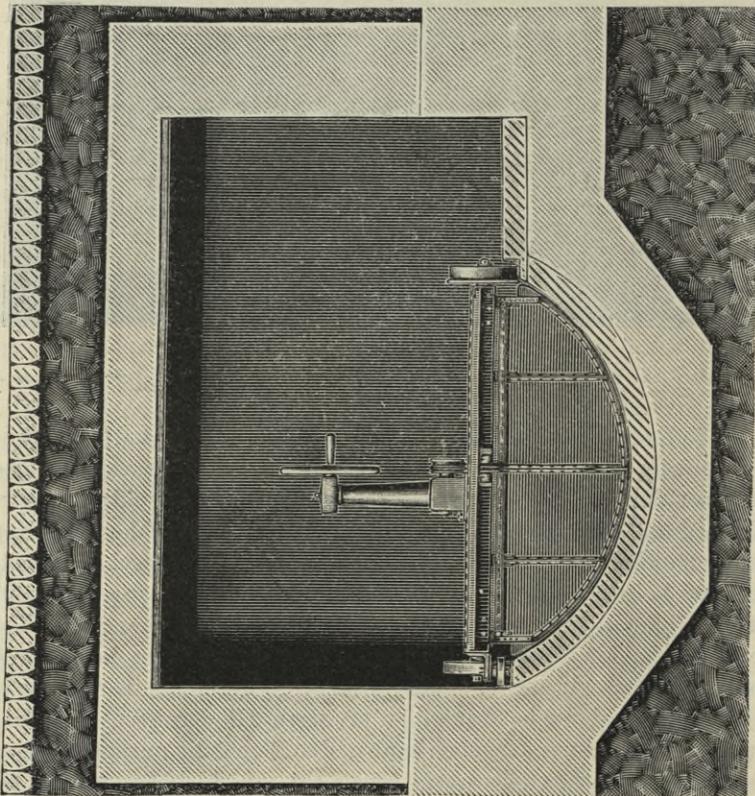
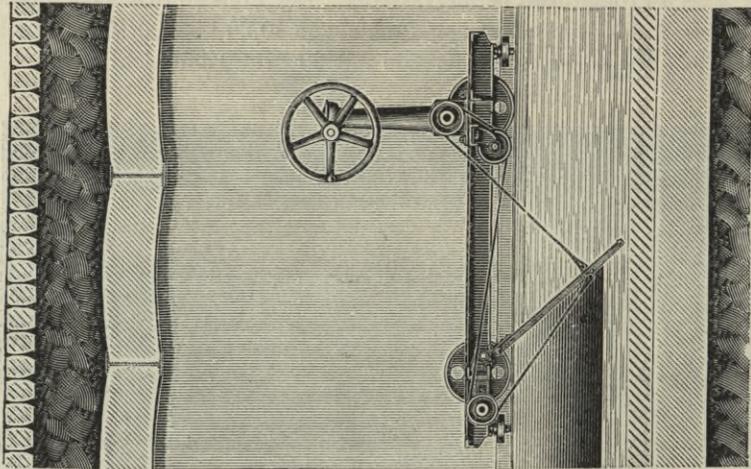


Abb. 150.

schnittsverengung fortfällt, welche sie bei Verbleiben in Arbeitshöhe herbeiführen würden. Zusammenklappbare Schilder, wie der beschriebene Wagen, werden durch den Schacht entfernt.

Aus der geschilderten Reinigungsart geht hervor, daß ein wirksamer Spülbetrieb nur bei glatt durchgehender Sohle des Kanales möglich ist. Deshalb ist jede Art von Schlammfängen in Kanälen oder Einsteigeschächten zu vermeiden, weil sich hierbei stets starke Ablagerungen leicht faulender Stoffe bilden, die dann das frische Kanalwasser verschlechtern und schwieriger reinigen lassen.

In Rohrkanälen muß die Reinigung rechtzeitig erfolgen, da sonst Verstopfungen eintreten, die man auch durch Spülung nicht mehr beseitigen oder so vermindern kann, daß das Durchführen eines Bürstenseiles möglich ist. Alsdann kann man nur versuchen, die Verstopfung durch Durchstoßen zu beseitigen, wozu man Wellen aus spiralförmig gewundenen Draht oder eine aus einzelnen Stäben, die durch Blechhülsen und Draht oder Splint miteinander verbunden sind, bestehende Holzstange verwendet. Man kann dafür auch das Strahlrohr eines Hydrantenschlauches an die verstopfte Stelle zu bringen versuchen. Derartige Arbeiten werden jedoch schon für eine Länge von 25 m schwierig, so daß man die Schachtdistanz kleiner Rohrkanäle auf höchstens 50 m bemessen soll.

Wenn die Verstopfung auch auf solche Weise nicht beseitigt werden kann, so muß die Leitung freigelegt und aufgebrochen werden. Sind die Rohre gut verlegt, so kann man die verstopfte Stelle durch Durchleuchten ausfindig machen. Findet man dabei leicht brennbare Stoffe, wie Holzstücke, Schnüre, Stoffe usw., so können diese unter Umständen durch Einschieben einer Spiritus- oder Benzinlampe in Brand gesetzt und so beseitigt werden. Sorgfältig hergestellte und gewartete Kanäle weisen nur äußerst selten Verstopfungen auf, die wohl fast in allen Fällen auf Bösartigkeit zurückzuführen sind.

### c) Lüftung der Kanäle.

Die in den Kanälen sich bildende Kanalluft und die Kanalgase müssen unschädlich abgeführt werden. An verschiedenen Stellen wurden bereits Vorrichtungen genannt, welche dazu dienen. So ist auf Tafel II die Entlüftung mittels eines besonderen Schachtes aus Rohren dargestellt, während bei der Abdeckung der Einsteigeschächte (Abb. 83) auch schon erwähnt wurde, daß diese meistens Öffnungen zur Entlüftung erhalten, also durchbrochen hergestellt werden. Daneben trifft man noch die Anordnung, die Regenrohre mit dem Kanal zu verbinden, wodurch in den Leitungen ein dauernder Luftzug erzeugt wird, welcher die schlechte Kanalluft über Dach führt, wo sie unschädlich entweichen kann. Die Regenrohre dürfen alsdann jedoch nicht, wie es mitunter geschieht, einen Wasserverschluß erhalten.

In Frankfurt a. M. und einigen anderen Städten hat man auch vorhandene alte Türme zu Entlüftungsanlagen benutzt, indem man die Straßenkanäle durch eine Verbindungsleitung mit ihnen vereinigte und durch Steigleitungen im Innern der Türme die Kanalluft über Dach führt bzw. in den Kanälen einen kräftigen Luftzug erzeugt.

## IX. Der Sandfang.

Der Sandfang dient, wie bereits erwähnt wurde, als Sammelstelle für die gesamten Abwässer, in welcher diese gleichzeitig von den größten Sinkstoffen befreit werden, ehe sie in das Pumpwerk gelangen oder in den Vorfluter abgelassen werden.

Der Sandfang besteht aus einem größeren, mit Bohlen oder eisernen Platten abgedeckten und gut zu entlüftenden Behälter aus Mauerwerk oder Beton. Die Form ist meistens kreisrund (Abb. 151) mit fast wagerechtem Boden; daneben kommen auch noch Sandfänge mit kegelförmigem Boden (Abb. 152) vor, sowie solche von quadratischer oder achteckiger Grundrißform.

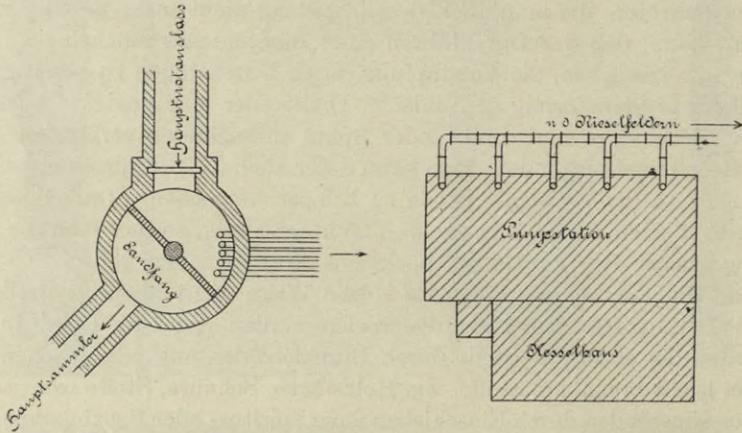


Abb. 151.

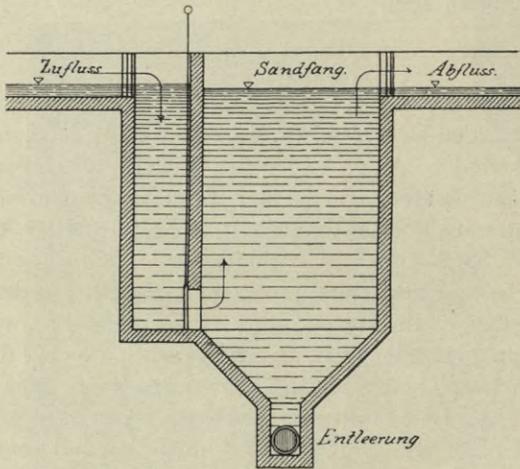


Abb. 152.

Der Querschnitt ist so zu bemessen, daß sich die größeren Sinkstoffe infolge verminderter Wassergeschwindigkeit des Trockenwetterabflusses im Sandfange absetzen. Letztere soll 5 bis 10 cm/sec betragen. Die Berechnung erfolgt in gleicher Weise, wie sie bei den Kläranlagen in der „Wasserversorgung“ bereits besprochen wurde.

Die Zuführung des Abwassers erfolgt durch den Hauptsammler (Stammkanal, Stammsiel) zunächst in den vor einem Gitter liegenden Teil des Sandfanges, welcher somit in zwei Teile zerfällt (Abb. 151 u. 152). Die Stäbe des Gitters, welches zur Zurückhaltung aller größeren Sinkstoffe dient, sind 10 bis 15 mm voneinander

entfernt; das Gitter selbst steht senkrecht oder etwas nach vorn geneigt, seine Zwischenräume von der genannten Größe sollen das 2- bis 3 fache des Wasserquerschnittes betragen. Die Sink- und Schwimmstoffe sind von Zeit zu Zeit auszuräumen, was von Hand oder durch mechanische Arbeit geschieht. Das das Gitter durchfließende Wasser gelangt in die Saugrohre, wird aus ihnen durch die Pumpen abgesaugt und nach dem Flußlauf oder der Reinigungsanlage gedrückt, wenn eine Hebung des Wassers erforderlich ist. Die Saugköpfe der Pumpenleitungen werden hinter dem Gitter in einer Vertiefung angeordnet, um zeitweilig das Wasser zur Reinigung des Sandfanges möglichst tief absenken zu können.

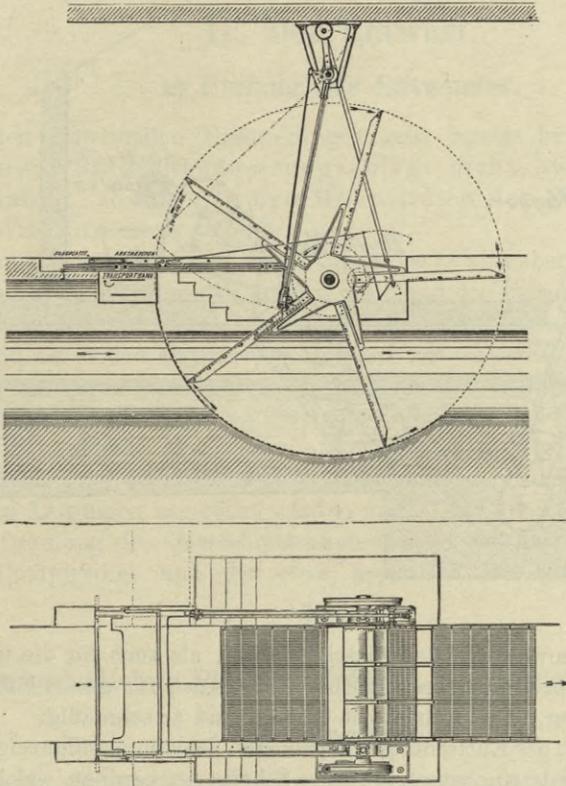


Abb. 153.

Jeder Sandfang muß, wie schon erwähnt wurde, mit einem Notauslaß, dem sog. Haupt - Notauslaß, versehen werden, welchem, wie schon weiter oben ausgeführt wurde, diejenigen Wassermengen zugeführt werden, welche den Pumpen nicht zugeleitet werden können, was z. B. bei Sturzregen der Fall ist; oder welcher dazu dient, bei Ausbesserungsarbeiten im Pumpwerk oder in der Reinigungsanlage das Abwasser unmittelbar dem Vorfluter zuführen zu können. Vor dem Auslaß werden Schwimmbalken mit Tauchplatten angeordnet, um die Schwimmstoffe zurückzuhalten.

Die Entfernung kleinerer Schlamm-Mengen erfolgt von Hand mit der Schaufel; die mechanische Reinigung bei Entfernung großer Schlamm-massen durch Bagger, falls sie nicht ausgepumpt oder abgesaugt werden.

Die Beseitigung größerer Schwimmstoffe durch einen Rechen zeigt Abb. 153, welche den Frankfurter Klärrechen darstellt und dem Musterbuche der Halbergerhütte entnommen ist. Auch in Elberfeld und Stralsund ist dieses Modell eingeführt. Die als Radrechen ausgebildete Einrichtung besteht aus 5 Tafeln, die dem Schmutzwasserstrom entgegen gleichförmig bewegt werden. Die Tafeln sind gitterartig; sie fangen die groben Stoffe durch Feingitter von 10 mm Abstand und weniger auf und heben sie über Wasser. Eine einfache Abstreifvorrichtung mit Bürste streift die ausgefischten Stoffe nach vorn und auf eine fahrbare Auf- fangplatte. Von dort aus werden die Stoffe auf ein Fortbewegungsband (Trans- portband) und aus dem Rechenraum herausbefördert. Die weitere Behandlung

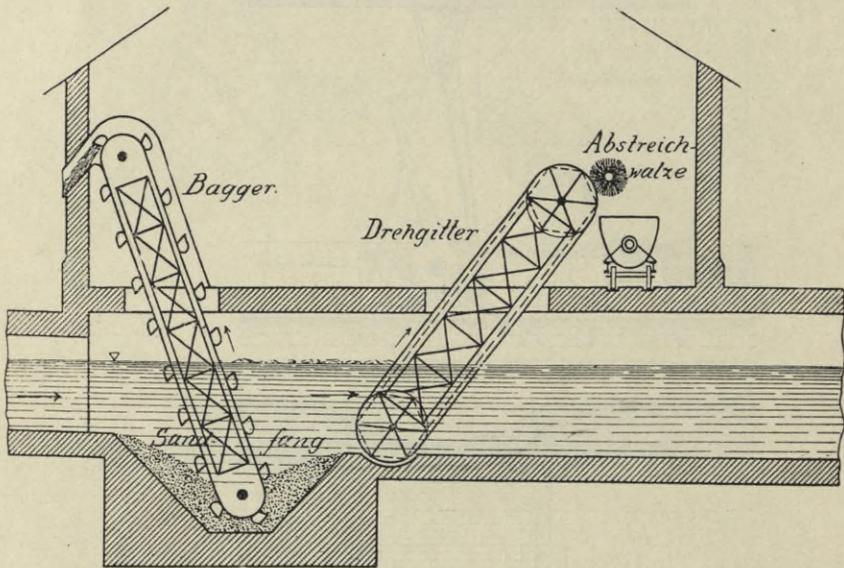


Abb. 154.

des Abwassers wird sowohl für das Rieselfverfahren als auch für die übrigen Klär- und Reinigungsverfahren aufs beste vorbereitet. Auch für große Fabriken eignet sich diese Einrichtung. Der Betrieb ist einfach und zweckmäßig.

Eine andere Art der Entfernung von größeren Schwimmstoffen zeigt Abb. 154<sup>1)</sup>.

In Dresden wurde eine geneigte runde Scheibe angeordnet, welche mit ihrem unteren Teile ins Wasser taucht, sich dreht und oben dabei an einer Bürste vorbeigeht, welche die Schmutzstoffe abstreift. Die Scheibe tritt also hierbei an Stelle des Transportbandes.

## E. Die Ausführung der Arbeiten.

### I. Allgemeines und Reihenfolge der Arbeiten.

Ist man sich über die Ausführung einer Stadtentwässerungsanlage im all- gemeinen klar, und hat man sich für die Wahl eines der beiden Hauptssysteme entschieden, bzw. festgestellt, daß eine gleichzeitige Anwendung der beiden zweck-

<sup>1)</sup> Aus Gurschner und Bengel „Der Städtische Tiefbau“, III. Teil. Verlag von B. G. Teubner in Leipzig.

mäßig ist, so kann man nach Vornahme der nötigen Vorarbeiten an die Bearbeitung des Entwurfs herangehen.

Was die erforderlich werdenden Vorarbeiten anbelangt, so ist darüber unter B, I bereits alles Erforderliche mitgeteilt, so daß an dieser Stelle darauf verwiesen werden kann.

Im voraus sei bemerkt, daß die für den Entwurf angefertigten Pläne zur Ausführung nicht genügen. Die für letztere notwendigen Pläne sollen aber nicht hier, sondern bei den Ausführungsarbeiten besprochen werden.

## II. Der Entwurf.

### a) Umfang des Entwurfes.

Aus den einleitenden Erläuterungen geht bereits hervor, daß sich der Entwurf einer Stadtentwässerungsanlage nicht nur auf das zurzeit bebaute Gebiet, sondern in den Hauptlinien des Netzes auch auf die Stadterweiterung zu erstrecken hat.

Man muß daher vor allem die Grenzen des in absehbarer Zeit zur Bebauung gelangenden Gebietes bestimmen und an der Hand des Bebauungsplanes diejenigen Straßenzüge ermitteln, welche zur Aufnahme der Sammelkanäle geeignet erscheinen, und sie in den allgemeinen Entwurf mit einbeziehen.

Ferner muß man untersuchen, ob von dem die Stadt umschließenden Niederschlagsgebiet nicht noch Flächen in Betracht kommen, deren Wasser den städtischen Abzugskanälen zufließt, bzw. ob gewisse Flächen später gesondert entwässert werden können, oder ob ihr Abwasser dann ganz oder zum Teile den zurzeit zu entwerfenden Leitungen zugeführt werden muß. Auf diese Punkte ist namentlich bei der Bestimmung der Querschnittsabmessungen der Leitungen und beim Entwurfe des Pumpwerkes und der etwa geplanten Reinigungsanlage Rücksicht zu nehmen.

### b) Die erforderlichen Pläne und deren zeichnerische Behandlung.

#### 1. Allgemeines.

Bereits am Anfange dieses Buches wurde darauf hingewiesen, daß man für die Aufstellung eines Stadtentwässerungsentwurfes vor allem einen Lageplan des ganzen zu entwässernden Gebietes beschaffen muß. Der hierfür erforderliche Maßstab ist 1 : 2000 bis 1 : 5000. In dem Plane müssen alle Straßenfluchtlinien und alle Gewässer enthalten sein.

Zur Darstellung der Vorflutverhältnisse benutzt man die Meßtischblätter des betreffenden Gebietes, deren Maßstab bekanntlich 1 : 25 000 ist, und trägt in sie die Grenzlinien der verschiedenen unter B, I genannten Wasserstände sowie etwa vorhandene Stauanlagen und Schöpfstellen für Trinkwasserversorgung ein, auf deren Lage Rücksicht zu nehmen ist, während Stauwerke unter Umständen für die Spülung der Kanäle mit ausgenutzt werden können. Vom Vorfluter ist ein Längenprofil erforderlich, welches die verschiedenen Wasserstände, Gefälle, Geschwindigkeiten und Durchflußmengen enthalten muß.

## 2. Lageplan.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden die in den Lageplan eingetragenen Leitungsstrecken, vom Sandfange an beginnend, in Längen von je 100 m stationiert. In den einzelnen Zweigleitungen beginnt die Stationierung nicht etwa von neuem, sondern sie wird von den Hauptkanälen aus nach allen Richtungen fortgesetzt, so daß die an jeder Straßenkreuzung zusammentreffenden Stationszahlen ohne weiteres Aufschluß geben, wie lang die einzelnen Wege sind, die das Wasser von der betreffenden Stelle aus nehmen kann. Von diesen Wegen ist im allgemeinen der kürzeste zu wählen.

Die Leitungen werden zinnoberrot eingetragen und die Stationen durch kleine Kreise von gleicher Farbe gekennzeichnet.

Die Endleitungen werden nicht bis zur nächsten Leitung ausgezogen, sondern durch einen kleinen Querstrich abgeschlossen, welcher das Leitungsende darstellt. Diese Art der Darstellung steht also scheinbar im Widerspruch zu dem, was weiter oben ausgeführt wurde, daß nämlich die Leitungen untereinander in Verbindung zu bringen sind, was ja bei der Ausführung des Baues tatsächlich geschieht. Im Plane aber würde dadurch Unübersichtlichkeit entstehen, weshalb die beschriebene Anordnung getroffen wird.

Bei Trennkanalesation unterscheidet man Schmutzwasserleitungen von Regenwasserleitungen, indem man erstere rot, letztere blau in den Plan einträgt.

Die Größen der Entwässerungsflächen, welche fein schwarz oder grau ausgezogen werden, sind in diese Flächen durch Hektar ausgedrückt schwarz einzuschreiben.

Die von den Leitungen abzuführenden Wassermengen werden an ihren einzelnen Mündungsstellen in Literzahlen blau, und, wenn es sich um eine Trennkanalesation handelt, wie bei den Linien für die Leitungen für Schmutzwasser rot und für Regenwasser blau im Plane vermerkt.

Außerdem sind im Lageplane bei den Leitungen noch deren Gefälle sowie die Leitungslänge mit dazu gehöriger Lichtweite zinnoberrot einzuschreiben.

## 3. Längenprofil.

Die Längenprofile werden in folgender Weise behandelt: Als Maßstab wird für die Längen derjenige des Lageplanes, für die Höhen eine zehn- bis zwanzigfache Verzerrung gewählt. Die Längenprofile für die einzelnen Straßen sind auf einem Plane so zu ordnen, daß man daraus den Zusammenhang der einzelnen Leitungen, d. h. die Abzweigung der Nebenleitungen von den Sammelkanälen, deutlich erkennen kann, wie dies in dem vollständig durchgearbeiteten Entwurfsbeispiel geschehen ist, welches auf Tafel V in den erforderlichen vorschriftsmäßigen Plänen beigelegt ist. Man trägt zur Erreichung der erforderlichen Übersichtlichkeit zuerst das Höhenprofil des Straßenzuges, in welchen der Hauptsammler zu liegen kommt, auf und schließt an diesen Höhenplan die Höhenprofile für die Anschlußleitungen mit schwarzen Linien an, und zwar diejenigen Straßen, welche dem Sammelkanal von rechts Wasser zuführen, nach oben, diejenigen, welche ihm von links Wasser zuführen, nach unten; man denke sich dabei das Auge dem oberen Leitungsende zugekehrt. Die weiteren Verzweigungen werden in gleicher Anordnung bis zu den Endleitungen behandelt. Die Stationierung der Längenprofile wird aus dem Lageplane übernommen.

In die Höhenprofile werden ferner besonders tiefe Punkte der Grundstücke, wie ungewöhnlich tiefe Kellersohlen, Hindernisse für die Kreuzung von Leitungen (Wasser- und Gasrohre, alte Kanäle, Gräben, Fundamente und dgl.), sowie die vorhandenen Entwässerungsleitungen, welche vielleicht zu Notauslässen oder zu Schmutzwasserleitungen benutzt werden können, in Schwarz eingetragen und mit Höhenzahlen über N. N. versehen.

Die etwa ermittelten Grundwasserstände werden blau einpunktiert und die Wasserstände der vorhandenen Wasserläufe in die Längenschnitte der ihnen parallel laufenden oder auf sie stoßenden Straßen eingetragen, um geeignete Mündungsstellen von Notauslässen und Regenwasserkanälen danach zu bestimmen.

Hierauf schreibt man die Wassermengen, welche von den einzelnen Straßen abgeführt werden, an den entsprechenden Punkten der Längenprofile unmittelbar über der Horizontalen in Blau ein. Hat man sodann die Wasserspiegellinien der einzelnen Leitungen ermittelt, so erfolgt auch deren Eintragung und die Ermittlung und Einschreibung ihres Gefälles und ihrer Ordinaten in die Längenschnitte, und zwar gleichfalls in Blau.

Die Leitungen selbst werden in dem gewählten Sohlengefälle und in den berechneten Höhen und Längen maßstäblich in die Längenprofile der Straßen zinnoberrrot eingezeichnet und die Längen, Größen der Profile, Gefälle und Sohlenordinaten in gleicher Farbe angegeben.

### c) Bestimmung der einzelnen Entwässerungsgebiete und des Rohrnetzes.

Ehe man das Leitungsnetz entwirft, muß man sich über die für die örtlichen Verhältnisse am besten sich eignende Reinigungsart der Abwässer klar sein und einen geeigneten Ort für die Reinigungsanlage festgelegt haben, weil sich hier ja die Sammelstelle der ganzen Entwässerungsanlage befindet und davon die Anordnung des Leitungsnetzes im wesentlichen abhängt.

Sodann schreitet man zur Bestimmung und Abgrenzung der einzelnen Sammlergebiete und stellt zugleich diejenigen Punkte fest, wo zweckmäßig eine Entlastung der Leitungen stattfindet und sich die Einmündung von Notauslässen bzw. von Regenwasserleitungen des Trennsystems bewerkstelligen läßt.

Dabei muß man verschiedene überschlägliche Vergleichsrechnungen anstellen, da man nicht sofort die günstigste Einteilung des ganzen Entwässerungsgebietes ermitteln kann. Zu diesem Zwecke stellt man — am einfachsten durch Planimetrieren — den Inhalt der einzelnen vorläufig gewählten Sammlergebiete fest, ermittelt unter Abzug des durch die Notauslässe abfließenden Wassers für jedes dieser Gebiete die gesamte Abflußmenge und den erforderlichen Endquerschnitt des Sammlers des betreffenden Gebietes für das zur Verfügung stehende Gefälle, und grenzt hierauf die Sammlergebiete anders ab, falls sich ergeben sollte, daß die betreffenden Querschnitte zu groß sind, oder ihre Herstellung nur unter bedeutenden Schwierigkeiten möglich ist. Dieses Verfahren ist so lange zu wiederholen, bis man ein brauchbares Ergebnis erhält.

Nachdem man auf diese Weise die Sammlergebiete bestimmt hat, kennzeichnet man ihre Grenze durch verschiedenfarbige schmale Streifen und trägt hierauf das Leitungsnetz ein, und zwar so, daß die Sammelkanäle in die am tiefsten

liegenden Straßen der einzelnen Gebiete zu liegen kommen, und die Nebenleitungen sich von ihnen aus immer weiter verzweigen bis zu den höchsten Punkten, also den Grenzen der Sammlergebiete.

#### d) Ermittlung der Abflußmengen.

Um die Abflußmengen zu bestimmen, teilt man das betreffende Entwässerungsgebiet in gleicher Weise, wie es bereits für die „Wasserversorgung“ beschrieben wurde, zwischen den Straßenachsen auf, d. h. man halbiert die Winkel, welche die einzelnen Straßenachsen miteinander bilden, gleichsam als ob man eine Dachausmittlung für ein Walmdach festlegen wollte, wie dies im beigefügten Entwurfe auch dargestellt ist. Auf diese Weise kann man sofort feststellen, von welchen Flächen bestimmten Leitungsstrecken das Wasser zufließt. Durch Multiplikation des Flächeninhaltes dieser einzelnen Flächen mit der Brauchwasser- und Regenwassermenge erhält man ihre Abflußmenge, die in der angegebenen Weise in den Lageplan eingetragen wird. Den Inhalt der einzelnen Flächen erhält man durch Rechnung, für welche man die notwendigen Größen — meistens handelt es sich um Dreiecke oder Trapeze — aus dem Lageplan mit dem Maßstabe mißt, oder durch Planimetrieren. Doch hat man dabei zu beachten, ob die Grundstücke der einen Blockseite wesentlich tiefer sind als diejenigen der anderen Seite, in welchem Falle man die mittlere Teilungslinie des Blockes entsprechend verschieben muß, da sonst der einen Leitungsstrecke mehr Wasser, der anderen weniger Wasser zufließen würde, als berechnet wurde. Daß die Wassermenge in Sekundenlitern ausgedrückt wird, ist bekannt.

Um nun die den einzelnen Leitungsstrecken zufließenden Wassermengen zu bestimmen, zählt man die für die einzelnen Teilstrecken ermittelten Abflüsse zusammen, wobei man von den Endpunkten des Netzes an den Grenzen der Entwässerungsgebiete beginnt und dem Straßengefälle nach abwärts, also der Stationierung entgegen, vorwärts schreitet. Unterhalb eines Notauslasses kommt jedesmal die von diesem abgeleitete Wassermenge in Abzug.

Bei den Notauslässen hat man jedoch zu beachten, ob der eine oder andere derselben zur Zeit des Hochwassers des Vorfluters nicht etwa erhöht oder ganz abgeschlossen werden muß. In diesem Falle hat der Kanal unterhalb des Notauslasses auch die Regenmengen ganz abzuführen, so daß sie nicht in Abzug gebracht werden. Doch darf man für diesen Fall wesentlich geringere Niederschlagsmengen in Rechnung stellen, weil für solche ganzen oder teilweisen Abschlüsse der Notauslässe nur das Frühjahrs- oder Winterhochwasser in Betracht kommen, welche höher sind als das Sommerhochwasser, während die kurzen, aber dafür umso heftigeren Sturzregen des Sommers das Kanalnetz wesentlich höher belasten als die Niederschläge des Frühjahrs und Winters, und zur Zeit des ersteren wegen des niedrigeren Sommerhochwasserstandes ein Abschluß der Notauslässe, welcher bekanntlich eine Überschwemmung der Keller verhüten soll, nicht erforderlich wird.

Es wird an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß die auf die vorstehend beschriebene Weise ermittelten Wassermengen für 1 ha und 1 Sekunde noch mit dem Versickerungswert  $\psi$  zu multiplizieren sind, und für die Strecken, welche über 800 m lang sind, auch noch die Verzögerung durch Multiplikation mit dem Verzögerungsbeiwerte  $\varphi$  zu berücksichtigen ist. Erst die auf solche Weise

verminderten Abflußmengen sind der Berechnung der Querschnitte zugrunde zu legen.

Die ermittelten Abflußmengen stellt man am besten in einer Tabelle nach Art der folgenden zusammen:

Streckenpunkt	Länge m	Straße	Entwässerungsgebiet in ha Bebauung				Abflußmengen in sl					Von der Leitung abzuführende Wassermenge sl	
			geschlossene		offene III	Anlagen IV	Gesamtfläche	I 100 . 0,8	II 100 . 0,6	III 100 . 0,4	IV 100 . 0,1		Σ = Sa. $\sqrt[4]{F}$ $\sqrt[5]{F}$ $\sqrt[6]{F}$
			dicht be- bauter Kern I	neuzzeitliche Bebauung II									

Zu der Tabelle sei folgendes bemerkt. In die Spalten I bis IV unter „Entwässerungsgebiet“ werden die durch Summierung der ermittelten Teilflächen gewonnenen Zahlen eingetragen. Für die Niederschläge ist eine Regenmenge von 100 sl zugrunde gelegt, welche noch mit dem Versickerungswerte  $\psi$  zu multiplizieren ist, so daß sich die unter „Abflußmengen“ in den Spalten I bis IV eingeschriebenen Zahlen 100 . 0,8, 100 . 0,6 usw. ergeben. Die in diese Spalten einzutragenden Werte erhält man durch Multiplizieren der Flächen mit den Werten 100 . 0,8 usw. Ihre Summe liefert die von der Leitung abzuführende Wassermenge ohne weiteres, wenn die Kanalstrecke kleiner ist als 800 m; ist sie größer, so muß die Summe der einzelnen Abflußmengen noch mit  $\varphi$  multipliziert werden.

### e) Ermittlung der Wasserspiegel.

Die Ermittlung der Wasserspiegel erfolgt an der Hand der Längenprofile, die in der besprochenen Weise bis zur Eintragung der Wasserspiegellinien vorbereitet werden.

Zunächst wird unter Beachtung des unter C, II, c und d) Gesagten die Höhe des Wasserspiegels am Sandfang, also im Nullpunkte der Stationierung des Leitungsnetzes festgelegt. Häufig werden dabei Vergleichsrechnungen nötig, welche die günstigste Wasserspiegelhöhe an diesen Punkten ist. Dies ist namentlich bei hohem Flußwasserstande der Fall.

Steht die Wasserspiegelhöhe am Nullpunkte fest, so ist die Bestimmung der Wasserspiegellinien der Leitungen leicht. Diese werden ins Längenprofil eingetragen und ihr Gefälle berechnet. Hierbei ist auf der einen Seite die zur Entwässerung erforderliche geringste Tiefenlage der Kanäle, auf der anderen Seite die vom Sommerhochwasserstand abhängige höchste Tiefe für etwaige Entlastungsanlagen zu berücksichtigen. Sobald das Gefälle bekannt ist, erfolgt in der bereits eingehend erläuterten und an Beispielen gezeigten Weise die Berechnung der Kanalquerschnitte. Mit der Bestimmung der Wasserspiegellinien

und Abmessungen beginnt man beim Sammelkanal und schließt daran, je nach ihrer Bedeutung, die übrigen Leitungen des Kanalnetzes an.

In der Regel schließen die Wasserspiegel der Nebenleitungen an die der Sammler in gleicher Höhe sich an, es treten also keine plötzlichen Gefällwechsel ein, so daß die Wasserspiegellinien gewöhnlich eine zwar gebrochene, aber fortlaufende Linie bilden.

In denjenigen Fällen jedoch, wo der Wasserspiegel der Zweigleitungen erheblich höher liegt, als derjenige des Sammlers, erfolgt die Einmündung durch die bereits besprochene S-förmige Rinne (Abb. 20). Auch wurde bereits auseinandergesetzt, daß Gefälle über 50 ‰ vermieden und dafür Abtreppungen angeordnet werden sollen. Doch gilt dies nur für den Abfluß des Schmutzwassers, so daß die Wasserspiegellinie des Gesamtabflusses glatt durchgehen kann; die Leitung bei Abstürzen steht alsdann bei heftigen Regenfällen unter nach oben zunehmendem Druck.

Wo eine Endleitung auf eine durchgehende stößt, darf ihr Wasserspiegel nicht tiefer liegen als der der letzteren, da sonst in die Endleitung Wasser aus der durchgehenden überfließen würde, wofür sie gar nicht berechnet ist. Die Sohle der Endleitung muß vielmehr so gehoben werden, daß sie mindestens in Wasserspiegellhöhe der durchgehenden Leitung liegt (Abb. 155).

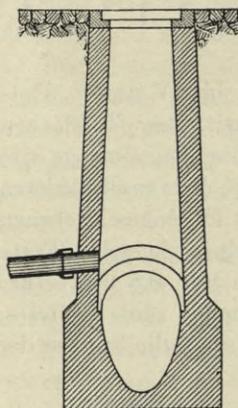


Abb. 155.

Die Notauslässe dienen bekanntlich zur Entlastung des Kanalnetzes und Erzielung kleinerer Querschnittsabmessungen. Unterhalb der Notauslässe ist somit eine erhebliche Verringerung des Leitungsquerschnittes möglich. Die rechnermäßige Wassermenge erhält man bekanntlich in diesem Falle, indem man die Wassermenge, welche oberhalb des Notauslasses abzuführen ist, um diejenige, welche der Notauslaß nach vorgeschriebener Verdünnung der Schmutzwassermenge ableitet, vermindert. Der Scheitel der auf die Entlastungsstelle folgenden Leitung darf aber nicht über dem Überfall liegen, weil dieser

sonst seine Tätigkeit beginnen würde, ehe die verlangte Verdünnung erreicht ist. Deshalb steht die untere Leitung, wenn die der Berechnung zugrunde liegenden Wassermengen zum Abfluß gelangen, auf eine solche Länge unter Druck, bis der Scheitel der weiter unten erforderlichen Vergrößerung des Querschnittes den Wasserspiegel oberhalb des Notauslasses wieder erreicht hat. Man verringert aus diesem Grunde häufig den Querschnitt gar nicht, sondern läßt den Querschnitt oberhalb des Notauslasses durchgehen, bis eine weitere Vergrößerung durch neu hinzutretenden Abfluß erforderlich wird. Auch sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, daß man zu beachten hat, ob der Notauslaß zeitweise ganz verschlossen werden muß; in diesem Falle darf überhaupt keine Verringerung des Leitungsquerschnittes erfolgen, weil die Niederschläge alsdann ganz oder zum größten Teile durch das Kanalnetz zum Abfluß gelangen. Da diese Fälle aber in solche Jahreszeiten fallen, in denen die Niederschlagsmengen geringer sind, so können die abzuführenden Regenwassermengen, wie schon gesagt wurde, für solche Fälle erheblich geringer in Rechnung gestellt werden. Doch sind längere Beobachtungen nötig, wenn man hierfür sichere Unterlagen gewinnen will.

Bei der Berechnung der Länge der Strecken für die verschiedenen Profile zwischen zwei Querstraßen verfährt man folgendermaßen:

Der Wasserzufluß von der Straße und den an sie anstoßenden Grundstücken nach der Leitung wird für deren ganze Länge gleichmäßig angenommen, trotzdem er in Wirklichkeit ja nur an bestimmten Punkten erfolgt. Man erhält daher die Wassermenge, welche auf 1 m Länge der Leitung zufließt, indem man die ganze zwischen zwei Querstraßen zufließende Wassermenge durch die Länge der Leitung zwischen den beiden Querstraßen dividiert. Beträgt z. B. der Abfluß zwischen 2 Querstraßen 80 sl, und ist die Länge der Leitung 125 m, so ist für 1 m Länge der Zufluß

$$\frac{80}{125} = 0,64 \text{ sl.}$$

Man kann nun bei der Berechnung am oberen oder unteren Ende der Leitung beginnen. Tut man das erstere, so ist der Rechnungsgang folgender: Man stellt zunächst den Unterschied der am oberen Ende der Leitung abzuführenden Wassermenge und der nächst größeren fest und dividiert diesen Unterschied durch die auf 1 m zufließende Wassermenge, wodurch man die gesuchte Länge der Strecke für das am oberen Ende erforderliche Profil erhält. In gleicher Weise verfährt man für die nächstfolgende Strecke usw. Für diese Rechnung liefert die auf S. 131 empfohlene Zusammenstellung wertvolle Dienste, da man aus ihr die der Rechnung zugrunde zu legenden Wassermengen ohne weiteres entnehmen kann.

Fängt man am unteren Ende der Leitung an, so hat man jedesmal den Unterschied der am unteren Ende zufließenden Wassermenge mit der nächst kleineren aus der Zusammenstellung zu ermitteln.

Die für 1 m Länge zufließende Wassermenge ist natürlich für jede Strecke zwischen zwei Querstraßen besonders zu ermitteln.

Das Verfahren wird am besten an einem Beispiele gezeigt.

**Beispiel.** In einer Straße sind unterhalb des Streckenpunktes 15 + 64 144 sl abzuführen. Das Wasserspiegelgefälle beträgt hierfür 1 : 200. Auf der Strecke bis Streckenpunkt 14 + 18 fließen noch 64 sl zu; ihre zugehörigen Längen sind zu ermitteln.

**Lösung:** Für ein Gefälle 1 : 200 und eine Wassermenge von 144 sl erhält man aus der Tabelle für das Kreisprofil für die Strecke 15 + 64 bis 14 + 18 als erforderlichen Rohrdurchmesser

$$d = 45 \text{ cm}$$

und für eine Wassermenge von 208 sl auf der Strecke 14 + 18 bis 12 + 78 als erforderlichen Rohrdurchmesser

$$d = 50 \text{ cm.}$$

Es ist nun zu bestimmen, wie weit das Rohr von 45 cm Lichtweite benutzt werden darf.

Auf 1 m fließen nun auf der

$$1564 - 1418 = 146 \text{ m}$$

langen Strecke

$$\frac{64}{146} = 0,438 \text{ sl}$$

zu.

Ein Rohr von 45 cm Lichtweite führt aber bei einem Gefälle  $J = 1 : 200$  eine Wassermenge von 183 sl ab, darf also so weit vom Streckenpunkt 15 + 64 ab verwendet werden, bis diese Abflußmenge voll erreicht ist. Dies erfolgt nach einer Länge von

$$\frac{183 - 144}{0,438} = \frac{39}{0,438} = \text{rd. } 89 \text{ m,}$$

also bei Streckenpunkt

$$1564 - 89 = 1475 = 14 + 75.$$

Das Rohr von 50 cm Lichtweite führt 246 sl ab, reicht also bis auf

$$\frac{246 - 183}{0,438} = \frac{63}{0,438} = \text{rd. } 144 \text{ m}$$

aus. Doch kommt schon nach einer Länge von

$$146 - 89 = 57 \text{ cm}$$

unterhalb neuer Zufluß hinzu, so daß es nur so weit beibehalten werden kann.

Die Länge der Leitung von 50 cm Weite findet man auch aus:

$$\frac{208 - 144}{0,438} = \frac{64}{0,438} = \text{rd. } 144 \text{ m.}$$

Früher wurde bereits ausgeführt, daß die Leitungen vielfach so angeordnet werden, daß ihre Scheitellinien mit dem Wasserspiegelgefälle zusammenfallen. Die dadurch an den Profilwechseln entstehenden kleinen Abstürze in der Sohle (Abb. 20) werden bei der Ausführung durch Einschaltung einer kurzen Strecke von stärkerem Sohlengefälle hergestellt.

Ist das Gefälle jedoch sehr gering, so läßt man die Sohle durchgehen, so daß man in der Scheitellinie kleine Absätze erhält. Damit aber der Querschnitt in diesem Falle voll ausgenutzt werde, so muß man der Leitung selbst ein stärkeres Gefälle geben als ihrer Wasserspiegellinie, wobei man erreicht, daß bei kleinen Wassermengen, also bei Trockenwetterabfluß, ein stärkeres Gefälle und damit eine größere Geschwindigkeit vorhanden ist.

Beim Übergange von einem breiteren Profile zu einem schmälere, z. B. von einem kreisrunden Rohre zu einem Eiprofil, darf die Sohle des ersteren nicht in gleiche Höhe mit dem zweiten gelegt werden, weil sonst bei kleinen Abflußmengen ein Rückstau im breiteren Rohre entstehen würde. Die Sohle des oberen Profiles ist daher so hoch zu legen, daß seine Leibung an keiner Stelle über die Leibung des unteren, schmälere Profiles hervortritt (Abb. 156).

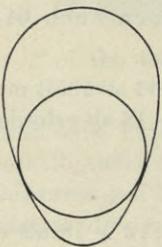


Abb. 156.

### f) Kostenanschlag.

Über die Aufstellung des Kostenanschlages lassen sich nur allgemeine Hinweise auf den einzuschlagenden Weg geben, da die Kosten zu sehr von den örtlichen Verhältnissen abhängen. Die Preise für die fertig zu beziehenden Bauteile, wie Schachtdeckungen, Sinkkasten, Schieber usw. entnehme man aus den Preisverzeichnissen der zur Lieferung heranzuziehenden Firmen, von denen die be-

kanntesten bereits wiederholt genannt sind, bzw. noch genannt werden. Die Ermittlung der einschlägigen Bauarbeiten (Erd-, Maurer- usw. Arbeiten) erfolgt in der aus dem „Veranschlagen“ bekannten Weise für Material und Arbeitslohn getrennt.

Die zur Verwendung gelangenden verschiedenen Profile ordnet man am besten nach Klassen und stellt zweckmäßig für sie und die Materialien der Leitungen vor Aufstellung des eigentlichen Anschlages die Gesamtkosten für 1 m Länge bei verschiedenen Tiefen fest und in einer Tabelle übersichtlich zusammen.

Eine weitere Zusammenstellung ist von den sich wiederholenden Bauwerken, wie Einsteigeschächte, Sinkkasten usw., anzufertigen und die Gesamtkosten für sie (und zwar für Einsteigeschächte nach verschiedenen Tiefen) zu ermitteln und darin zu vermerken. Sind ungünstige Verhältnisse bei der Ausführung vorhanden (schlechter Baugrund, nur durch Sprengen zu lösender Boden, Grundwasserandrang und dgl.), so werden zu den normalen Kosten Zuschläge für 1 m bzw 1 Stück in der Zusammenstellung gemacht.

Bei sehr schwieriger Bauausführung für große Kanäle, namentlich bei unterirdischem Stollenbau, ferner für Düker- und Heberleitungen, größere Vereinigungsbauwerke begehrter Kanäle, Regenüberfälle, Notauslaßmündungen, schwierige Kreuzungen, Sandfänge sind besondere Kostenanschlätze anzufertigen.

Als Anhalt seien nachstehende Angaben gemacht, welche dem Handbuche der Ingenieurwissenschaften (III. Teil, 4. Bd., Frühling, „Die Entwässerung der Städte“, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1903) entnommen sind, aber natürlich keine allgemeine Gültigkeit haben.

### 1. Kanäle aus Mauerwerk und Stampfbeton.

Großen Einfluß übt etwa vorhandener Wasserandrang aus. Z. B. waren große Schwierigkeiten infolge hohen Grundwasserstandes zu überwinden bei den Berliner Stammkanälen und Hauptsammlern, z. T. auch bei den Nebensammlern. Die Eikanäle, welche durchweg sehr sorgfältig in Klinkermauerwerk mit Zementmörtel ausgeführt sind, kosteten nach Hobrecht durchschnittlich für 1 m Länge in Mark:

Höhe in m	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Ohne Stül- bzw. Spundwände und ohne Betonsohle . . . . .	60	70	80	90	100	110	120	125	135	140	145	150
Mit Stülpwänden, mit oder ohne Sohlplatten . . . . .	95	105	115	125	135	145	155	160	170	175	180	185
Mit Spundwänden ohne Betonsohle . . . . .	105	115	125	135	145	155	165	175	195	215	230	245
Mit Spundwänden und Betonsohle . . . . .	140	150	160	175	185	195	210	225	245	265	285	300

Ferner kostete ein Kanal von tunnelförmigem Querschnitt von 2 m Höhe und der in der nachstehenden Tabelle angegebenen Weite:

Weite . . . . .	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3 m
Mit Spundwänden u. Betonsohle	310	325	345	360	380	400	420	440	455 M
Weite . . . . .	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1 m	
Mit Spundwänden u. Betonsohle	475	490	510	530	545	565	580	600 M	

Die Sohle der Kanäle liegt 2,5 bis 5 m unter Pflaster. Der Boden besteht, abgesehen von einer oberen Füllbodenschicht, fast durchweg aus Sand, der schon in Tiefen von 3 bis 4 m stark wasserhaltig ist. Die angegebenen Zahlen, welche in einzelnen schwierig gelegenen Strecken erheblich überschritten wurden, schließen, wie auch die folgenden für Stuttgart, alle Kosten für Nebenarbeiten und Pflasterung ein, jedoch nicht diejenigen für die zugehörigen Einsteigeschächte und Einläufe, sowie für Aufstellung des Entwurfes, für Bauleitung und Bauaufsicht.

In Stuttgart betragen nach Dobel die Kosten für Backsteinkanäle von 4 bis 6 m Tiefenlage\* (Lehm und Keupermergel mit wenig Wasser)

Höhe zwischen Sohle und Scheitel	0,9	1,05	1,26	1,5	1,74 m
Weite im Kämpfer . . . . .	0,6	0,7	0,84	1,0	1,16 m
Kosten für 1 m . . . . .	40—50	50—65	65—85	80—100	90—110 M

Für Kanäle aus Stampfbeton sollen als Beispiel die nach Abb. 56 konstruierten Dresdener Kanäle dienen. Die Vorbedingungen für die Ausführung in Stampfbeton sind dort als günstig zu bezeichnen, und starker Wasserandrang gehört zu den Ausnahmen. Bei einer mittleren Tiefenlage der Sohle von 4 m stellt sich der Durchschnittspreis folgendermaßen:

b =	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6 m
Kosten für 1 m =	130	140	152	167	187	210	235 M

In Wien, wo alle Betonkanäle in der Baugrube gestampft werden, sind die Bodenverhältnisse günstig und sowohl die Löhne wie die Bezugspreise für Schotter vergleichsweise niedrig. Die Kosten für Eikanäle betragen dort (mit Ausschluß der Beträge für Aufbruch und Wiederherstellung der Pflasterdecke) bei 4 m Tiefe:

Höhe . . . . .	1,05	1,2	1,35	1,50	1,65	1,8 m
Kosten für 1 m . . . . .	27,70	32,90	38,45	44,40	50,75	57,45 M
Kosten mit Sohl- und Seitenschalen aus gebranntem Ton . . . . .	35,00	40,95	47,60	53,05	59,87	65,70 M

## 2. Fertige Rohrkanäle aus Zementbeton und gebranntem Ton.

Nach den Anschlägen des Dresdener Tiefbauamtes sind für Eikanäle, welche mittels geformter Rohre aus Zementbeton hergestellt werden, folgende Preise (auf 1 qm) zu rechnen:

Höhe . . . . .	0,45	0,525	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5 m
bei 3 m Tiefe . . . . .	19,1	21,2	24	23,7	35,7	45,5	62,2	60,2	68,3 M
bei 4 m Tiefe . . . . .	23,2	25,4	28,5	33,7	41,1	52,2	59,4	67,8	76,4 M

Hierzu kommen für Aufnahme und Wiederherstellung von

1 qm Beschotterung . . . . .	2—3 M
1 „ Steinpflaster . . . . .	3—4 M
1 „ Asphaltpflaster . . . . .	15—16 M
1 „ Plattenbelag der Gangbahnen. . . . .	2—4 M

Die Herstellungskosten von fertigen Tonrohrkanälen in Kreisform einschl. Abzweige wurden für Berlin von Hobrecht im Durchschnitt ermittelt zu:

Durchmesser . . . . .	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39 m
Kosten für 1 m . . . . .	14	15	16	18	20	22	24 M
Durchmesser . . . . .	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60 m
Kosten für 1 m . . . . .	26	29	33	37	42	48	54 M

In diesen Preisen sind die Ausgaben für Einsteige- und Spülschächte, Einläufe, Drainleitungen, Bauleitung und Bauaufsicht ebenfalls nicht mit enthalten.

Dagegen schließen die nachfolgenden Angaben aus Hannover die Beträge für Schächte und Einläufe mit ein:

Durchmesser . . . . .	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60 m
Kosten für 1 m . . . . .	23,20	33,70	35,50	38,10	36,90	51,10	52,20	54,50 M

Die Kosten einzelner Strecken erreichen jedoch kaum die Hälfte dieser Mittelwerte, während sich andere über doppelt so hoch stellen. Dies hängt wieder mit dem Auftreten von Grundwasser in dem sandigen Boden der Stadt zusammen, unter dessen Spiegel in Hannover teilweise bis zu 1,5 m herabgegangen werden mußte. In Breslau, wo die Bodenverhältnisse für die Herstellung von Rohrleitungen günstiger sind, kosteten die im Betriebsjahre 1901/02 ausgeführten 0,30 m weiten Tonrohrkanäle rund 14 M für 1 m.

### 3. Einzelpreise für Mauerwerk, Stampfbeton, Rohre, Sohlshalen, Abzweige und Drainleitungen.

1 cbm Kanalmauerwerk in Zementmörtel 1 : 4 stellt sich je nach den Bezugskosten und nach der Güte der Ziegel einschl. Ausfugen der Innenflächen mit Mörtel 1 : 1 sowie Aufbringen eines Kellenputzes an der Außenseite auf 35 bis 45 M, wovon 10 bis 15 M für Beschaffung der Ziegel (400 Stück für 1 cbm) zu rechnen sind. Mauerwerk, welches keine klinkerhart gebrannten und ausgesuchten Ziegel erfordert, oder welches einen stärkeren Sandzusatz zum Mörtel oder die Verwendung von Kalkmörtel gestattet (z. B. das Pfeilermauerwerk zur Auflagerung der Gas- und Wasserrohre), stellt sich 10 bis 15 M billiger.

Die Kosten von 1 cbm Stampfbeton, welcher in der Baugrube zur Bildung des eigentlichen Kanalkörpers dient, belaufen sich einschl. des inneren Putzes auf 30 bis 50 M. Beton zur Unterbettung und Ausgleichung läßt sich wesentlich billiger (etwa von 15 M ab) herstellen.

Die Lieferung und das Verlegen von eiförmigen Betonkanälen wird in Dresden für 1 m folgendermaßen berechnet:

Höhe . . . . .	0,45	0,525	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	1,5 m
Kosten . . . . .	6,3	7,6	9,4	12,3	17,3	20,3	26,8	32,6	38,4 M

Für eine Abzweigöffnung einschl. Lieferung und Einsetzen des Verschlußtellers wird ein Zuschlag von 2,45 M gewährt. — Der Preis fertiger Betonrohre wird nicht allein durch Mischungsverhältnis und Beschaffenheit der Rohstoffe und durch die Frachtsätze, sondern auch durch die Wandstärken beeinflusst, welche nicht immer gleich groß sind. Kreisförmige Betonkanäle kosten etwa für 1 m Länge:

Durchmesser . . . . .	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6 m
Preis ab Fabrik . . . . .	4—6	5—7	6—8	7—9	9—12 M
Verlegen einschl. Zementmörtel . . . . .	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0 M
Durchmesser . . . . .	0,7	0,8	0,9	1,0 m	
Preis ab Fabrik . . . . .	11—15	14—18	18—22	20—25 M	
Verlegen einschl. Zementmörtel . . . . .	3,5	4,0	4,5	5,0 M	

(Diese Preise verstehen sich z. B. für die nach Vorschrift der Stadt Stettin hergestellten Rohre der Fabrik „Stern“.)

Auch bei den Zementkanälen mit Eiseneinlage (Eisenbetonkanäle) hat die Wandstärke einen wesentlichen Einfluß auf Güte und Kosten. Die „Sternzementrohre“ mit Muffendichtung stellen sich für 1 m, frei Schiff Stettin, hinsichtlich der Kosten folgendermaßen:

Weite . .	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55 m
Kosten .	2,0	2,7	3,5	4,3	5,0	5,5	6,5	7,5 M
Weite . .	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6/0,9	0,7/1,05 m	
Kosten .	8,5	11,0	13,0	15,5	18,0	12,5	15,5 M	

Die Kosten sind demnach etwas niedriger als die der Rohre aus Zementbeton. Für starke Belastung werden Rohre von 1 m Lichtweite mit Verstärkungsring (555 kg Gewicht gegen 450 kg nach der vorstehenden Herstellungsart) angefertigt,

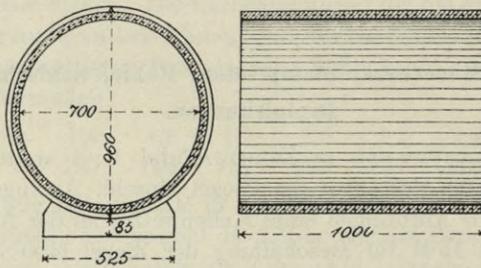


Abb. 157.

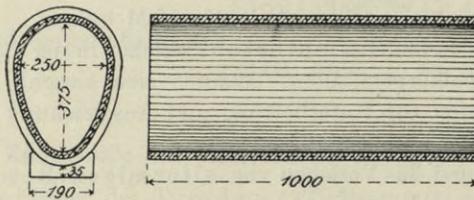


Abb. 158.

welche 24 M für 1 m kosten. Auch werden für die größeren Durchmesser Sockel und Verbindungsringe gefertigt (Abb. 157 und 158), deren Wandstärken, Gewichte und Kosten folgende sind:

Durchmesser . . . . .	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	3,0 m
Wandstärke . . . . .	36	38	40	52	55	60	60	75	120 mm
Gewicht der 1 m langen Rohre .	192	225	258	390	420	510	800	1225	2500 kg
Gewicht des Sockels . . . . .	25	27	37	40	50	70	125	200	— kg
Preis frei Schiff . . . . .	11	13	15,5	18	28,5	32	41	60	110 M

Die Preise für gut gebrannte kreisförmige Tonrohre mit angemessenen Wandstärken betragen:

Durchmesser . . . . .	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,25 m
Preis an Fabrik . . . . .	0,85—1,5	1,15—1,80	1,35—2,25	1,75—2,7	2—3,3	2,7—4,5 M
Kosten für das Verlegen von 1 m einschl. Dichtungskitt und Teerstrick . . . . .	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,85 M

Durchmesser . . . . .	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55 m
Preis ab Fabrik . . . . .	4—6	5—7,5	6,35—9,5	8,35—12,5	10,65—16	13,35—20 M
Kosten für das Verlegen von 1 m einschl. Dichtungskitt und Teerstrick . . . . .	1,0	1,15	1,3	1,5	1,7	1,9 m
Durchmesser . . . . .	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	1,0 m
Preis ab Fabrik . . . . .	16—24	18,5—27,5	22—32,5	26—36	32—40	60 M
Kosten für das Verlegen von 1 m einschl. Dichtungskitt und Teerstrick . . . . .	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	4,0 M

Eiförmige oder elliptische Tonrohre kosten nach dem Musterbuch der Fabrik Friedrichsfeld in Baden für 1 m ab Fabrik:

Lichtweite . . . . .	0,2/0,3	0,25/0,375	0,3/0,45	0,35/0,525	0,4/0,6	0,5/0,75	0,6/0,9 m
Gewicht . . . . .	60	85	108	130	185	240	300 kg
Kosten . . . . .	5,5	6,75	8	10	13,5	20	27 M

Abzweige mit einfachem Ansatz (Abb. 159) von 0,6 bis 0,75 m (durchschnittlich  $\frac{2}{3}$  m) Baulänge und 0,15 m Lichtweite des Anschlußstutzens pflegen gleich  $1\frac{1}{3}$  m, solche mit doppeltem Ansatz gleich 2 m Rohr gerechnet zu werden. Jede Stelle mit einfachem Abzweig verursacht demnach einen Mehraufwand, welcher den Beschaffungskosten von rund  $\frac{2}{3}$  m Rohr entspricht.

Einlaßstücke aus gebranntem Ton (Abb. 87, 88, 89) von 0,15 m Lichtweite für gemauerte und Betonkanäle kosten:

Wandstärke des Kanals .	12	18	25 cm
Gewicht der Einlaßstücke	23	35	63 kg
Preis ab Fabrik . . . . .	3,75—5	4,5—5,7	5,8—7 M

Rechts- und linksseitige Einlaßstücke sind verschieden und müssen besonders bestellt werden.

Der Preis eines Kegelrohres ist dem eines 1 m langen Rohres von der Weite der größeren Öffnung gleich. Ein Verschlußsteller für einen Anschlußstutzen von

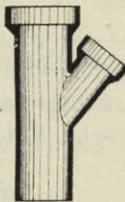


Abb. 159.

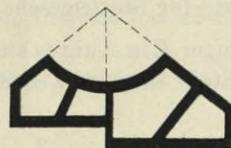


Abb. 160.

0,15 m Durchmesser kostet 0,40 M. — Im übrigen sei auf das Preisverzeichnis der Münsterberger Fabrik verwiesen.

Kanalsohlen aus gebranntem Ton (Abb. 160 und 89) in Stücken von 0,5 m Länge kosten für 1 m ab Fabrik (Friedrichsfeld):

Lichtweite . . . . .	0,5/0,75	0,6/0,9	0,7/1,05	0,8/1,2 m
Kosten . . . . .	4,1	4,75—6,9	5,25—6,3	6,6—7,7 M
Lichtweite . . . . .	0,9/1,35	1,0/1,5	1,2/1,8	1,3/1,95 m
Kosten . . . . .	6—6,3	6,9	7,3	8,1 M

wobei sich die kleinere Zahl auf  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  Stein starkes, die größere auf 1 Stein starkes Mauerwerk bezieht.

Sohlschalen für gemauerte und Betonkanäle (Abb. 37 und 38) von der Münsterberger Fabrik haben folgende Gewichte und Preise:

Halbmesser der Sohlschalen . . . . .	0,15	0,18	0,2	0,25	0,315 m
Sehnenlänge . . . . .	0,21	0,255	0,29	0,354	0,445 m
Preis für 1 m ab Fabrik . . . . .	2,25	2,8	3,6	5,35	7,5 M

Drainleitungen. Für 1000 Stück der gewöhnlichen Drainrohre, welche in Längen von 0,314 und 0,33 m, sowie in Weiten von 4 bis 16 cm hergestellt werden, stellen sich bei den üblichen Wandstärken (etwa  $\frac{d}{8} + 4$  mm) die Gewichte und Preise ab Fabrik folgendermaßen:

Lichtweite . . . . .	4	5	6,5	8 cm
Gewicht . . . . .	0,9—1	1,2—1,4	1,8—2	2,4—2,6 t (zu 1000 kg)
Kosten . . . . .	20—25	23—28	32—38	45—55 M
Lichtweite . . . . .	10	13	16 cm	
Gewicht . . . . .	3,0—3,2	5,0—5,3	6,5—7 t (zu 1000 kg)	
Kosten . . . . .	60—70	90—105	130—150 M	

wobei etwa  $\frac{1}{10}$  auf Bruch zu rechnen ist. Einzelne Fabriken liefern auch größere Rohre bis 30 cm Durchmesser, welche 66 cm lang sind.

Die nach Art der glasierten Tonrohre hergestellten gelochten oder geschlitzten Sickerrohre sind widerstandsfähiger gegen Druck, aber wesentlich teurer; sie kosten etwa das  $1\frac{1}{5}$  bis  $1\frac{1}{3}$  fache der gewöhnlichen geraden Tonrohre. Es stellte sich z. B. 1 m Sickerleitung von 0,25 m Lichtweite einschl. Kiesumhüllung und Pflasterung bei 3 m Tiefenlage in Breslau auf 22 M mit allen Nebenarbeiten.

Das Verlegen der gewöhnlichen Drainrohre einschließlich Umhüllung der Fugen mit Kies kostet für 1 m 0,2 bis 0,4 M; der Kies oder der ihn ersetzende Steingrus 4 bis 6 M für 1 cbm frei Baustelle.

#### 4. Einzelpreise für Einsteigeschächte, Einläufe und Spüleinrichtungen.

Ein kreisförmiger Einsteigeschacht für Rohrkanäle kostet bei 0,9 bis 1 m Lichtweite und 1 Stein starkem Ziegelmauerwerk einschl. Erdarbeit, jedoch ohne Abdeckung

für	1,5	2	2,5	3 m Höhe
	140	168	197	226 M

mit Sohlplatte aus Granit (Berliner Ausführung). Ohne letztere stellt sich der Preis niedriger; eine weitere Verbilligung läßt sich erzielen, wenn Kalkmörtel mit etwas Zementzusatz verwendet wird; unter Umständen kann auch der obere Teil in  $\frac{1}{2}$  Stein Stärke ausgeführt werden. In Dresden, wo die Schächte sich unten bis auf 1,8 m in der Längsrichtung des Kanales erweitern (Abb. 68), beträgt bei der Verwendung von Zementbeton der Preis eines 3 m tiefen Schachtes einschl. Erdarbeit und ohne Abdeckung 140 M; für jedes Meter größere Tiefe werden 32 M in Ansatz gebracht. Seitliche Einsteigeschächte für größere eiförmige Kanäle (Abb. 75) erfordern bei 4 m Sohlentiefe 270 M; dieser Preis steigt für jedes Meter um 63 M.

Hinsichtlich der Kosten der Abdeckungen, Einläufe und Spüleinrichtungen sei auf die Kataloge der Halbergerhütte und der Geigerschen Fabrik, die bereits

mehrfach erwähnt wurden, verwiesen. Für die Spüleinrichtungen sind bei der Besprechung der Konstruktion Mindest- und Höchstpreise zum großen Teile bereits angegeben worden.

### 5. Frachten und Löhne.

Als Frachtkosten können bei Massengütern im großen Durchschnitt 3,50 bis 5 M für 100 kg auf 100 km Transportentfernung angenommen werden. Die Anfuhrkosten vom Bahnhofe zur Baustelle einschl. Auf- und Abladen betragen je nach der Entfernung, Beschaffenheit der Wege und Art der Güter 0,75 bis 3 M für 1000 kg.

Bei Ausführung von Arbeiten im Tagelohn sind den Lohnsätzen im Mittel 10 % für Vorhalten der Geräte und etwa 5 % für Kassenbeiträge zuzuschlagen. Die Wächterlöhne, diejenigen für Aufsicht, Sicherung der Baustellen usw. betragen 5 bis 10 % der Arbeitslöhne.

### 6. Wasserschöpfkosten.

Die Lieferung und das Einrammen von 1 qm 6 bis 8 cm starker Holzspundwand kostet je nach der Rammtiefe 6,50 bis 11 M; die Beschaffung von 1 qm Wellblechwand in Tafeln von 2 bis 2,5 m Länge, 0,4 m Breite und 2 mm Stärke 8 bis 9 M, das Einrammen in Sandboden, welches mit jedem Blech 50- bis 60 mal geschehen kann, 2,60 bis 2,50 M für 1 qm.

Eine 6- bis 12 pferdige fahrbare Dampfmaschine mit Pumpe erfordert eine Ankaufssumme von 6000 bis 9000 M und eine Tagesmiete von 20 bis 30 M (ohne Heizer). Wird Steinkohle mittlerer Güte verwendet, so sind stündlich etwa 5 kg für 1 PS und außerdem für Schmieröl, Putzwolle und Instandhaltung täglich 1,20 bis 2 M zu rechnen.

### 7. Gesamtkosten der Kanalanlagen.

Für ganz rohe Überschlätze können folgende Angaben benutzt werden, die aber natürlich stark beeinflußt werden durch örtliche Verhältnisse und daher nur mit größter Vorsicht benutzt werden können.

1 m Straßenleitung kostete

in Köln . . . . .	rd 71,0 M
„ Mainz . . . . .	„ 68,0 „
„ Frankfurt a. M. . . . .	„ 61,5 „
„ einem Teile von Charlottenburg . . . . .	„ 50,0 „

Für mittlere Städte kann man, falls nicht ungewöhnliche Verhältnisse vorliegen, im Mittel etwa 50 M für 1 m Straßenleitung annehmen.

Auf den Kopf der Bevölkerung können die Kosten für das Leitungsnetz allein mit 20 bis 50 M geschätzt werden.

### 8. Jährliche Unterhaltungs- und Reinigungskosten.

Auch hierin treten in den einzelnen Städten natürlich große Verschiedenheiten auf, die zum Teil durch die Gefällsverhältnisse, zum Teil durch die bauliche Ausführung, die Ausstattung mit Spüleinrichtungen und die Maßregeln begründet

sind, welche getroffen werden, Sinkstoffe vom Eintritt in die Kanäle abzuhalten.

So beanspruchten z. B. in Berlin die jährlichen Unterhaltungs- und Reinigungskosten in letzter Zeit einschl. der auf den Straßen liegenden Teile der Hausentwässerungen durchschnittlich 0,17 M für den Kopf der Bevölkerung, während in den einzelnen Entwässerungsbezirken Schwankungen zwischen 0,11 und 0,40 M stattfanden; auf 1 m der Straßenkanäle entfielen im Mittel 0,36 M.

In Breslau wurden im Jahre 1901/02 für bauliche Unterhaltung, Reinigung und Spülung des 227 km langen Kanalnetzes 91 295 M oder für jeden der 450 000 Einwohner 0,20 M ausgegeben; hierin ist der Betrag für 152 000 cbm Spülwasser (0,66 cbm für 1 m Kanal) nicht enthalten. Die Arbeitslöhne für Spülung und Reinigung von 165 km Rohrkanälen haben rund 15 500 M oder 9,4 Pf. für 1 m betragen; aus den gemauerten Kanälen wurden 1835 cbm Schlamm geschafft, deren Beseitigung sich für 1 cbm auf 5,27 M stellte. Die Unterhaltung eines Einsteigeschachtes erforderte 0,54 M, die eines Rinnsteines 0,84 M. — Die 6 Heberanlagen erforderten zusammen 15 500 cbm Wasser (davon eine 13 700 cbm) und 1260 M für Instandhaltung und Reinigung. — Für die öffentlichen Grundwasserleitungen (zusammen 22,2 km) wurden 1511 M oder 6,8 Pf. für 1 m ausgegeben. — 10 Pissoirs (zusammen mit 50 Ständen) verbrauchten 155 200 cbm oder für 15 520 M Wasser; ihre bauliche Unterhaltung erforderte zusammen 694 M, während 16 Pissoirs mit Ölverschluß und rund 80 Ständen im ganzen nur 1800 M, darunter 1278 M für Öl, beanspruchten.

In Kassel entfielen 1901 auf jeden der 106 000 Einwohner 0,20 M für Reinigung des 77,44 km langen Kanalnetzes, eines 135 m langen Dükers und der 1840 Einläufe; beseitigt wurden 1661 cbm Schlamm (zu dessen Aushebung in den Straßen mit Erfolg Bindfadennetze verwendet sind).

### III. Die Bauausführung.

#### a) Die Festlegung der Trasse.

Die Festlegung der Trasse erfolgt an der Hand der Bauzeichnung und auf Grund der örtlichen Verhältnisse.

In die Bauzeichnung sind die Fluchtlinien, Bordkanten sowie die im Straßenkörper bereits liegenden Gas-, Wasser- und anderen Leitungen eingetragen, so daß man für die Anordnung der Entwässerungskanäle den nötigen Anhalt gewinnt. Als Grundsatz für diese gilt, daß man anderen Leitungen möglichst fernbleibt, damit nicht Schwierigkeiten für die Ausführung und Rohrbrüche entstehen.

Der Entwässerungskanal ist, sofern andere Leitungen dies nicht verhindern, in die Straßenmitte zu legen, es sei denn, daß für jede Straßenseite ein besonderer Kanal angeordnet wird. Bei Lage in der Mitte werden die Anschlußleitungen für die Grundstücke der beiden Straßenseiten gleich lang. Falls jedoch auf beiden Seiten Entwässerungsleitungen vorgesehen sind, so legt man sie zweckmäßig unter die Bürgersteige, wie schon mehrfach erwähnt wurde, weil hierbei die Anschlußleitungen für die Grundstücke am kürzesten werden, das Aufreißen und die Wiederbefestigung des Fahrdammes, die beide große Kosten verursachen, vermieden und der Fuhrwerksverkehr während der Bauausführung am wenigsten beeinträchtigt wird (vgl. auch hierzu „Der Städtische Straßenbau D, II“).

Zu achten ist namentlich auf die vorhandenen Leitungen, welche die Achse der Entwässerungskanäle kreuzen und, falls sie letzteren hinderlich sind, umgelegt werden müssen oder eine Unterdükerung der zu bauenden Leitung erforderlich machen. Letzteres ist jedoch ebenso wie die Anlage einer Heberleitung möglichst zu vermeiden und die Umlegung von Gas- und Wasserrohren vorzuziehen.

Hat man alle in Betracht kommenden Verhältnisse an Ort und Stelle geprüft und klargestellt, so erfolgt die Festlegung der Achse der künftigen Leitung durch Marken. Darauf werden die in die begehbaren Kanäle einzulegenden Bogen nach Halbmesser und Bogenlänge bestimmt und die Längen gemessen. Falls sich Änderungen gegen den Entwurf ergeben, so werden diese in die Bauzeichnung eingetragen, oder es wird bei erheblichen Verschiebungen der Leitungsachse eine neue Bauzeichnung angefertigt. In die Bauzeichnung werden die Stationen der Leitung, die Sohlenordinaten der Stationen (entsprechend dem Gefälle des allgemeinen Entwurfes), die Einsteigeschächte und die sonstigen Gefällbrechpunkte eingetragen.

## **b) Die Herstellung der Baugrube.**

### **1. Allgemeines.**

Die Festlegung der Achse der künftigen Leitung auf der Straßenoberfläche erfolgt mit der Schnur oder bei befestigter Straßenoberfläche durch Schnurschlag.

Die Breite der Baugrube ist so zu bestimmen, daß zwischen der Außenkante der Leitung und der Innenkante der Aussteifung der Grube auf jeder Seite noch ein Zwischenraum von 25 bis 30 cm verbleibt.

Die Anfuhr und Verteilung der Baumaterialien hat möglichst vor der Ausschachtung der Baugrube zu erfolgen, damit der Straßenverkehr, der durch den Erdaushub ohnehin beschränkt ist, nicht noch weiter durch die Baufahren gestört wird, und die Materialien auch nicht unnötig weit mit der Schiebkarre oder Hand zur Verwendungsstelle geschafft werden müssen.

Vor der Ausschachtung der Baugrube sind alle wichtigen Punkte der Leitungsachse (Winkelpunkte und Mittelpunkte der Einsteigeschächte) auf Marken außerhalb der Baugrube einzumessen, damit man sie jederzeit wieder genau feststellen kann.

Das Straßenbefestigungsmaterial ist beim Aufbruch beiseite zu setzen und sorgfältig aufzustapeln.

Durch die Aufstapelung dieses Befestigungsmateriales, ferner der Baustoffe, der Absteifhölzer und des ausgehobenen Bodens geht ein solcher Teil der Straßenoberfläche verloren, daß die Anlage einer natürlichen Baugrubenböschung unmöglich ist. Der Boden ist aber gewöhnlich derart, daß die Baugrube nur bis zu geringer Tiefe steile Seitenwände erhalten kann; bei Überschreitung derselben muß eine Aussteifung der Baugrube erfolgen, um das Einstürzen der Seitenwände zu verhindern. Für geringere Tiefen und festeren Boden kann aber mitunter auch noch das bei Legung von Gas- und Wasserleitungsrohren angewendete Mittel, in gewissen Entfernungen Teile des gewachsenen Bodens stehen zu lassen, ausreichen.

## 2. Die Absteifung der Baugrube.

Zunächst wird die Baugrube 0,50 bis 1,0 m tief ausgeschachtet und dieser ausgeschachtete Teil sofort abgesteift. Nach Fertigstellung der Absteifung wird die Oberkante der obersten Bohle alle 10 bis 20 m einnivelliert und an diesen Stellen die Grubentiefe berechnet, welche an die oberste Bohle angeschrieben wird. Sodann wird die Baugrube in ihrer ganzen Tiefe ausgeschachtet und abgesteift, falls nicht, wie es oft vorkommt, schwerer Lehm-, Ton- oder fester Mergelboden eine Aussteifung des unteren Teiles unnötig macht.

Die einfachste Art der Absteifung zeigt Abb. 161. Sie kann bei nicht zu tiefen und wasserfreien Baugruben vorgenommen werden und besteht aus wagerechten

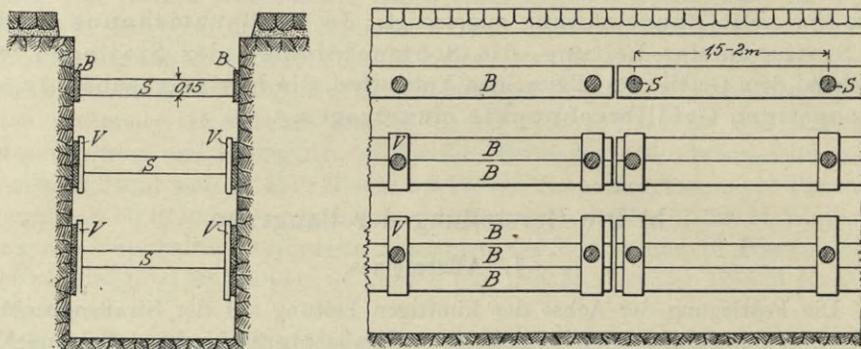


Abb. 161.

Bohlen B, welche den Erddruck auf die Spreizen S (auch Stempel oder Steifen genannt) übertragen. Um auf eine Spreize den Druck mehrerer Bohlen zu übertragen, dienen senkrechte Hölzer V, die sog. Brusthölzer. In der Abbildung sind die Wände der Grube senkrecht gezeichnet, doch findet man bei Baugruben geringer Tiefe auch noch eine geringe Abschrägung, welche jedoch die Verwendung verschieden langer Spreizen nötig macht. Die Spreizen erhalten einen Durchmesser von 15 cm, die Bohlen und Brusthölzer 5 bis 6 cm Stärke bei einer Breite der Grube von 1,5 bis 2 m. Große Baugrubenbreite oder nachgiebiger Boden verlangen entweder einen geringeren Abstand der Spreizen oder deren Verstärkung sowie auch gleichzeitig eine größere Stärke der Bohlen.

Während des Erdaushubes werden die Spreizen zunächst vorläufig befestigt und erst nach Erreichung genügender Tiefe die Brusthölzer angebracht. Letztere können auch von oben bis unten durchgehend angeordnet werden. Ist ein Gleiten der Bohlen an den Bohlenwänden zu befürchten, so setzt man entweder Bohle an Bohle (Abb. 162), oder man steift die einzelnen Bohlenlagen durch kleine Bohlenstücke b (Abb. 163) gegeneinander ab; die erstere Anordnung ist jedoch die bessere. Bei der zweiten Anordnung (Abb. 163) werden die Spreizen mit den Bohlen durch Klammern verbunden, oder man gibt ihnen durch untergenagelte Knaggen k Halt, wie dies in der Abbildung angedeutet ist. Dies ist namentlich in tieferen Baugruben erforderlich, wo man den ausgehobenen Boden auf Brettern lagern muß, welche von den Spreizen getragen werden.

An Stelle der festen Spreizen verwendet man auch, namentlich bei der Ausführung langer Strecken, bewegliche Stempel. Da deren Preis in

höherem Maße als die Spannweite steigt, finden sie namentlich bei schmäleren Baugruben Gebrauch, finden aber vorteilhaft auch zur Aushilfe in breiten Gräben Verwendung.

Die bisher beschriebenen Absteifungen waren wagerechte, doch kann man die Auszimmerung der Grube auch durch senkrecht stehende Bohlen bewirken, was aber nur in durchweg nassem und schlecht stehendem Boden zu empfehlen ist, oder bei Baugruben von geringer Länge und Breite, z. B. für Einsteigeschächte. Die Anordnung erfolgt in diesem Falle nach Abb. 165, wobei die Bohlen in Zwischenräumen oder dicht aneinander stehen und den Erddruck durch Rahmen R auf die

Spreizen S übertragen. Bei größerer Tiefe ordnet man nach Abb. 166 einen kleinen Absatz an. Zwischen Bohlen und Rahmen bringt man Holzkeile an, um ein Aufspalten der Bohlen zu verhindern; auch empfiehlt es sich aus gleichem Grunde, dünne eiserne Kopfbänder aufzuziehen.

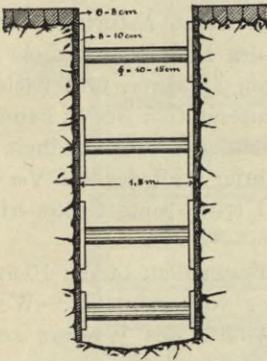


Abb. 162.

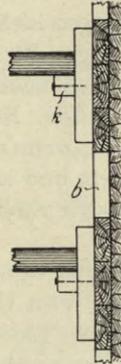


Abb. 163.

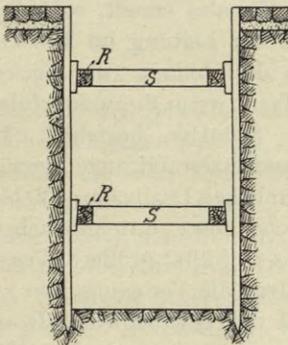


Abb. 165.

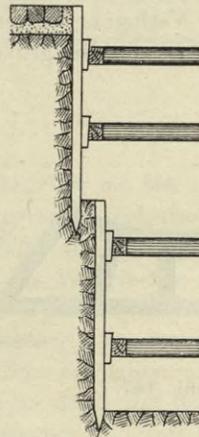


Abb. 166.

Bei der senkrechten Absteifung werden die Bohlen stark abgenutzt, ferner müssen in ein und derselben Baugrube die Hölzer annähernd gleiche Länge haben, die dann wieder für tiefere Gruben nicht passen, während man bei wagerechter Zimmerung auch für Gruben von verschiedener Tiefe dieselben Bohlen verwenden kann, so daß die wagerechte Absteifung aus diesen Gründen vorzuziehen ist.

Durch Abrutschen schlecht gestützter Bodenmassen werden Kosten und Zeit-

verlust hervorgerufen und mitunter sogar die anstoßenden Häuser in Gefahr gebracht, so daß auf eine gute Absteifung der Baugrube große Sorgfalt zu verwenden ist. Wo die Grube nahe an den Gebäuden und zugleich tiefer als deren Grundmauern liegt, müssen letztere gegen Nachgeben geschützt werden. Dies erreicht man durch Herstellung absteifender Mauern zwischen den Baugrubenwänden, mitunter auch — aber weniger sicher — durch Zurücklassung des unteren Teiles der Aussteifung. In engen Straßen muß man auch des öfteren die Häuser gegeneinander abstützen, wie das z. B. häufig in der Altstadt in Köln erforderlich wurde.

Der ausgehobene Boden wird an den Seiten der Baugrube abgelagert, sofern dies nicht bei tieferen Gruben, wie schon erwähnt wurde, auf Brettern, die über die Spreizen gelegt werden, zum Teile geschieht. Hierunter leidet natürlich der Wagenverkehr und mitunter, in sehr engen Straßen, selbst der Fußgängerverkehr. In letzterem Falle muß man den Boden nach Lagerplätzen abfahren und nach Verlegung der Leitung wieder herbeischaffen. Bei stark verunreinigtem Boden kann gleichfalls die Abfuhr notwendig werden, wenn seine Ausdünstungen zu gesundheitlichen Nachteilen führen würden. Stets und sofort abgefahren wird der zur Verfüllung nicht benötigte Boden, an dessen Stelle der Kanal tritt; seine Größe ist rechnerisch zu ermitteln.

Die bislang erläuterten Absteifungen eignen sich für Baugruben bis zu 10 m Tiefe und mehr, falls kein Andrang von Grundwasser vorhanden ist. Wo die Voruntersuchungen solchen erwarten lassen, ist für Abfluß des Wassers zu sorgen. Kann dies nach dem Vorfluter zu geschehen, so geschieht es am einfachsten durch die unter der künftigen Kanalsohle zu verlegenden Sickerrohre, welche an den Mündungsstellen der Kanäle oder Notauslässe in die Vorflut eingeführt werden. Die Verlegung dieser Sickerrohre (Abb. 56) erfolgt von unten nach oben in einer in der Baugrubensohle auszuhebenden Rinne. Hat man so die

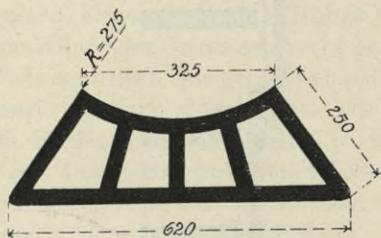


Abb. 167.

Senkung des Grundwassers bis zur Sohle des Kanales erzielt, so kann der weitere Bau der Leitung im Trockenem erfolgen. Die Herstellung der Sickerleitung ist einfach, wenn die wasserführende Schicht aus Schotter besteht. Bei geringem Grundwasserandrang genügen die gewöhnlichen Drainrohre (30 bis 33 cm lang), welche man mit möglichst sandfreiem Kies umhüllt; größere Wassermengen erfordern die Verlegung von zwei Strängen, weil die gewöhnlichen Drainröhren nur

bis zu 16 cm Weite erhältlich sind, oder man verlegt glasierte Tonrohre; das Wasser tritt durch die offenen, mit sandfreiem Kies zu umhüllenden Stoßfugen ein. Auch Rohre mit gelochtem oder geschlitztem Mantel finden Verwendung, oder hohle Sohlstücke aus gebranntem Tone (Abb. 167), in die das Wasser durch die an den Seiten und unten offen gelassenen Stoßfugen eintritt.

Noch stärker wird die Absenkung des Grundwassers, wenn man zunächst nur eine Leitung an der Seite der Baugrube herstellt und nach erfolgter Senkung des Grundwasserspiegels eine zweite auf der anderen Seite ausführt, welche man tiefer legt als die erste, doch muß hierbei die Baugrube etwas breiter ausgeführt werden.

Wo es an natürlicher Vorflut für die Anlage einer Sickerleitung fehlt, muß eine Hand- oder Dampfmaschine aufgestellt werden, um das Wasser aus der trocken zu haltenden Baugrube zu entfernen. Doch kann in diesem Falle die wagerechte Versteifung nur bis zum Grundwasserspiegel angewendet werden; von da ab ist eine senkrechte Zimmerung anzuwenden, wie das z. B. Abb. 168 zeigt. Dabei können zwei Fälle eintreten, nämlich:

1. das Wasser kann durch Auspumpen beseitigt werden,
2. infolge starken Wasserandranges oder wegen zu feinsandigen Bodens kann ein Auspumpen nicht stattfinden.

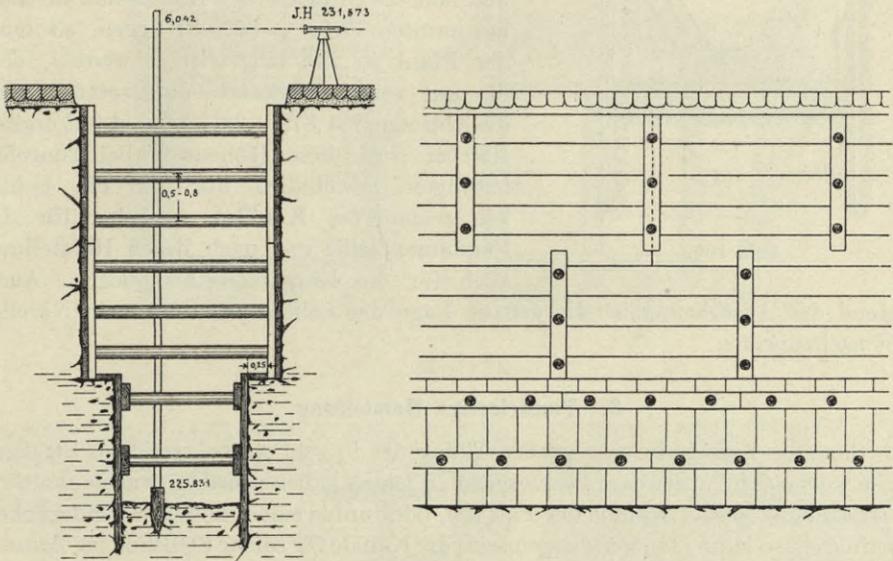


Abb. 168.

Abb. 168 zeigt die Lösung für den ersten Fall, wie sie bei der Berliner Kanalisation Anwendung gefunden hat. Dort wurde das Wasser aus einem seitlich von der Baugrube gelegenen Sumpfe ausgepumpt, wobei die bereits fertige Strecke oder auch mitunter ein alter Kanal oder Rinnstein als Vorflut zur Ableitung des gepumpten Wassers benutzt wurde; in der Baugrubensohle selbst wurde zum Abfluß des Wassers nach dem Sumpfe eine Rinne angelegt. Im zweiten Falle verfuhr man in Berlin nach Abb. 169. Da der Boden leicht beweglich war, mußte das Auspumpen der Baugrube unterbleiben. Man zerlegte daher die Baugrube durch Querwände in einzelne Abteilungen, welche ausgebaggert und mit 0,4 bis 1,0 m starker Betonschüttung versehen wurden. Der Beton wurde durch geflochtene Körbe oder durch Säcke von 70 bis 100 l Inhalt eingebracht.

Für Untergrund aus grobem Kies oder Gerölle empfiehlt sich das Eintreiben einer eisernen Spundwand an Stelle einer hölzernen.

Für Wassermengen bis zu 5 sl genügen Handpumpen, für größere werden Schleuderpumpen verwendet.

Der Bauvorgang sei an der Hand der Abb. 168 nochmals kurz zusammengefaßt: Nach der Absteckung, Ausschachtung bis 0,1 m Tiefe und Absteifung dieses Teiles wird die Oberkante der obersten Bohle alle 15 bis 20 m einnivelliert, die Schachttiefe ausgerechnet und an die oberste Bohle angeschrieben, endlich die Baugrube

in der nötigen Tiefe fertiggestellt. Um nun die genaue Höhenlage der Leitung festzulegen, werden mindestens alle 5 m Pfähle in die Sohle der Baugrube eingeschlagen

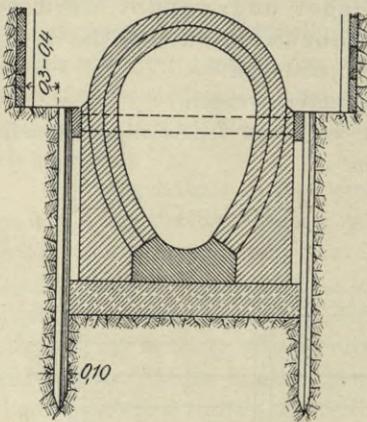


Abb. 169.

und ihre Oberkante genau einnivelliert bzw. die Pfähle so tief eingetrieben, daß die aus der Instrumentenhöhe berechnete Höhenzahl der Kanalsohle im Fadenkreuz des Instrumentes erscheint. Hat z. B. das Instrument, mit welchem stets zwei sichere Punkte angeschlossen werden, eine Höhe von + 231,873, und soll die Ordinate der Kanalsohle in einer bestimmten Tiefe + 227,831 liegen, so muß der Pfahl so tief eingetrieben werden, daß die auf seine Oberkante aufgesetzte Latte die Ablesung  $231,873 - 227,831 = 4,042$  ergibt. Hierbei wird diese Höhenzahl bei Tonrohrleitungen gewöhnlich nur für die Sohle, bei gemauerten Kanälen zunächst für die Fundamentsohle und nach deren Herstellung auch für die Kanalsohle festgelegt. Auch

während der Ausführung ist die genaue Lage der Sohle stets durch ein Nivellament nachzuprüfen.

### 3. Tunnelartige Herstellung.

Sind die Kanäle in sehr großer Tiefe oder in sehr verkehrsreichen Straßen, welche wochenlang unter dem Bauvorgang zu leiden haben würden (was namentlich bei Herstellung großer Kanäle der Fall ist), oder unter einem hohen Geländerücken auszuführen, so kann man gezwungen sein, die Kanäle für solche Strecken im Tunnelbau herzustellen. Doch wird man, wenn irgend möglich, den Tagebau vorziehen, weil er mit geringeren Kosten verknüpft ist.

Bei dieser Bauweise ist die Beschaffenheit des Untergrundes vor Beginn der Arbeiten noch sorgfältiger zu prüfen als bei offener Bauweise. Insbesondere ist festzustellen, ob der Tunnel im trockenen oder nur mäßig feuchten Boden ausgeführt werden kann, oder ob man mit dem Andrang von Grundwasser zu rechnen hat.

In der dem Handbuche der Ingenieur-Wissenschaften<sup>1)</sup> entnommenen Abb. 170. ist die geschlossene Türstockzimmerung dargestellt, welche bei nicht zu loser Beschaffenheit des Bodens und bei Fehlen größerer Grundwassermengen genügt; die offene ist nur bei sehr günstigen Verhältnissen anwendbar. Zunächst werden Schächte an möglichst zugänglichen Stellen abgesenkt und bis auf die Sohle des künftigen Tunnels niedergetrieben. Sodann wird der erste Türstock mit den Ständern S, der Kappe K und der Schwelle oder Grundsohle G hergestellt; hierauf werden Pfähle P eingetrieben; C sind Keile, die mit den Unterlagsbohlen B (den Pfandblättern) die sog. Pfändung bilden, welche die Pfähle scharf gegen das Erdreich drückt. Der Querschnitt eines so ausgezimmerten Stollens genügt zur Herstellung kleiner und mittelgroßer Kanäle; größere Abmessungen erfordern die Anlage eines Richtstollens, von dem aus der weitere Abbau des Tunnelquerschnittes erfolgt.

<sup>1)</sup> Frühling, Die Entwässerung der Städte, Handb. der Ing.-Wiss., III. Teil, 4. Bd.

Die dem gleichen Werke entnommene Abb. 171 stellt die Getriebezimmerung der im Tunnelbau hergestellten Kanalstrecken in Frankfurt a m Main dar, welche wegen des vielfach auftretenden druckhaften und mit Wasser durchzogenen Bodens erforderlich wurde; R sind schmiedeeiserne, aus 3 verschraubten Teilen bestehende und auf hölzernen Schwellen im Abstände von je 1 m ruhende Ringe, über welchen die Pfähle vorgetrieben wurden. Bei der Ausmauerung erfolgte die Fortnahme der eisernen Ringe, während die Hölzer im Stollen verblieben, um Senkungen des Erdreiches zu verhüten, welche für die anliegenden Häuser von Schaden gewesen wären.

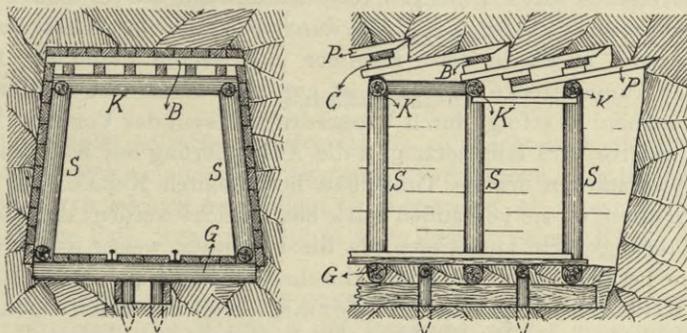


Abb. 170.

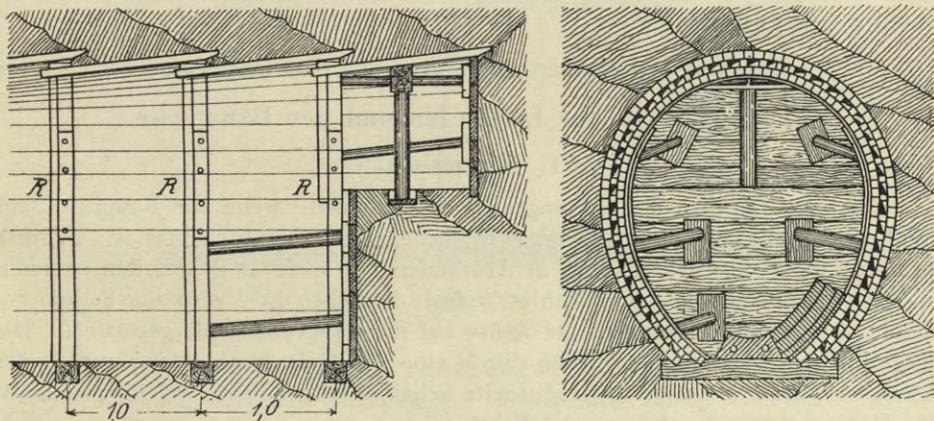


Abb. 171.

In Hamburg gelangte beim Bau des Geeststammseiles, bei welchem man auf unter Grundwasser stehenden, zerklüfteten und mit wasserführenden Sand- und Kiesadern durchsetzten Ton gestoßen war, der solche Schwierigkeiten bot, daß die Unternehmer den Bau aufgeben mußten und dieser in eigener Verwaltung ausgeführt wurde, Getriebezimmerung mit geschlossener Brust und eisernen, auf Holzschwellen stehenden Gespärren aus gebogenen Eisenbahnschienen zur Anwendung, also eine der Abb. 171 ähnliche Anordnung. Das Wasser wurde zuerst durch Kolbenpumpen, dann durch Schleuderpumpen entfernt; die Herstellung des Tunnelmauerwerkes erfolgte in 4 Rollschichten. Diese Bauweise gelangte auch später wieder in Hamburg zur Ausführung. So war i. J. 1901 eine 2000 m lange Tunnel-

strecke für ein zur Entlastung des Geeststammsieles dienendes Siel im Bau, bei welchem gleichfalls ein Brustschild Verwendung fand. Hier wurde jedoch zur Fernhaltung des Wassers und des mit diesem eindringenden Bodens Preßluftbetrieb angewandt. Die Kosten dieses Sieles von 2,4 m Durchmesser und 1 : 3000 relativem Gefälle beliefen sich auf etwa 2 300 000 M.

Die bei solchen Bauausführungen zur Verwendung gelangenden Brustschilder sind aus Eisen und haben die Form eines kurzen Rohres von solchem Querschnitt, daß er den Tunnelkörper aufzunehmen imstande ist. Nach dem Tunnel zu ist in das Rohr durch zwei senkrechte Querwände eine Kammer eingebaut, welche mit nach außen verschiebbaren Öffnungen versehen und mit der fertigen Tunnelstrecke durch Luftschleusen verbunden ist. Die durch Preßluft von Wasser frei gehaltene Bodenmasse wird zuerst in diese Kammer und sodann durch die Luftschleuse in die fertige Tunnelstrecke befördert; ist auf diese Weise eine bestimmte Bodenmenge entnommen, so erfolgt durch Wasserdruckpressen der Vortrieb des Schildes; ein neues Gespärre wird eingesetzt und die Ausmauerung des Kanales fortgesetzt.

Die Wandstärken der im Tunnelbau hergestellten Kanäle sind hinreichend stark zu bemessen, da sie von außen stark beansprucht werden; doch ist man hierbei auf Erfahrungswerte angewiesen, da die Rechnung wegen der über die Inanspruchnahme herrschenden Unkenntnis durchaus unsicher ist. Die beste Bauform für solche Kanäle ist möglichst kreisförmig, weil die Wandungen hierbei am gleichmäßigsten beansprucht werden. Als Baustoff verwendet man am besten feste natürliche Steine oder hartgebrannte Ziegel in Zementmörtel. Stampfbeton ist wegen der mit dem Stampfen an der Baustelle verbundenen Schwierigkeiten weniger geeignet.

## c) Der Einbau der Leitungen und der Bauwerke.

### 1. Allgemeines.

Mit dem Einbau der Leitungen wird begonnen, wenn die Baugrube auf mindestens 10 m Länge bis zur vorgeschriebenen Tiefe ausgeschachtet ist. Vorher legt man die Achse der Leitung in Abständen von etwa 10 m auf den obersten Spreizen durch eingeschlagene Drahtstifte fest. Zwischen diese wird eine Schnur gespannt, welche das Herabloten der Achse auf die Baugrubensohle gestattet. Die Bogen gemauerter Kanäle werden durch eine aus Holz geschnittene und in der Achse auf die obersten Steifen genagelte Schablone festgelegt, welche gleichfalls das Herunterloten der Achse ermöglicht.

Die Stationen werden an der obersten Bohle eingemessen und angeschrieben, die späteren Einlässe durch Kreise mit roter Kreide angegeben. Doch können letztere nicht immer genau an den sie bezeichnenden Stellen eingebaut werden, weshalb sie nach Verlegung der Leitung hochzuloten und an der obersten Bohle mit blauer Farbe zu vermerken sind, damit man sie genau aufmessen und in die Ausführungszeichnung eintragen kann.

Die Leitungssohle wird nach Abb. 168 durch kleine Pfähle festgelegt, welche in Entfernungen von 5 bis 10 m in die Grubensohle eingeschlagen und einnivelliert werden.

Bei Gefällen über 5 ‰ wird die Tiefe und das Gefälle der Leitungen durch wagerechte **Visierbretter** angegeben (Abb. 172). Diese werden etwa 1,50 m über Straßenoberkante und in einem bestimmten auf ganze oder halbe Meter ab-

gerundeten Abstände von der Leitungssohle einnivelliert und an zwei Pfosten seitlich der Baugrube angenagelt. Die Visierbretter werden am Anfange und Ende etwaiger Bogen, an allen Gefällbrechpunkten sowie über den Mittelpunkten der Einsteigeschächte rechtwinklig zur Kanalachse angebracht und erhalten zur Kenntlichmachung der Kanalachse einen zweifarbigen Anstrich. Durch eine kleine Visiertafel an einer Latte von der Länge des Abstandes zwischen den Visierbrettern und der Leitungssohle wird sodann das Einvisieren der Sohlenhöhe an jeder Stelle der Leitungssachse zwischen 2 Visierbrettern vorgenommen. Da Versackungen einzelner Visierbretter eintreten können, so ist jede Gefälllinie durch mindestens drei Visierbretter festzulegen, damit man jederzeit derartige Versackungen feststellen kann.

## 2. Tonrohrleitungen.

Der Querschnitt ist meist kreisförmig, da elliptische und eiförmige Tonrohre schwieriger herzustellen sind und daher weniger vorkommen. Vor ihrer Verwendung hat man sich durch leichtes Anschlagen zu überzeugen, ob Risse vorhanden sind. Dies ist nicht der Fall, wenn die Rohre einen hellen, reinen Klang dabei geben. Innen müssen sie völlig rein sein.

Das Verlegen der Leitung geschieht stets von unten nach oben.

Das Herablassen der Rohre in die Baugrube erfolgt gewöhnlich an Seilen oder Ketten.

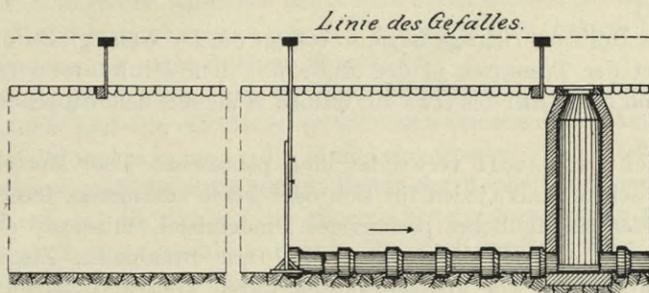


Abb. 172.

Das erste Rohr, welches gewöhnlich nur 50 cm lang ist, wird in die Wand des unteren Einsteigeschachtes eingemauert. Diese kurze Länge bezweckt, bei Versackungen der Rohrleitung deren Bruch möglichst zu verhüten. Für die folgenden Rohre wird in wasserfreier Baugrube ein rinnenförmiges Bett mittels gekrümmter Schaufel hergestellt, für die Muffen werden besondere Vertiefungen ausgehoben. Das nächstfolgende Rohr wird am Schwanzende dreimal mit einem Teerstrick umwickelt und in die Muffe des ersten Rohres eingeschoben. Das Rohr muß glatt an das erste anschließen, namentlich dürfen in der Sohle keine Absätze vorhanden sein. Nach Prüfung der Höhenlage und deren Berichtigung durch Abheben der Sohle oder durch Aufbringen von Boden erfolgt das Eindichten des Strickes und sodann das Ausgießen. Diese Prüfung der Höhenlage erfolgt, indem der wagerechte Schenkel des an dem unteren Ende der Visiertafel angebrachten rechten Winkels auf die Sohle des Rohrendes gesetzt (Abb. 172) und festgestellt wird, ob sich die Oberkante der Tafel in der Visierlinie der beiden benachbarten Visierbretter befindet.

Etwaige Abweichungen von der Achsen- und Gefällrichtung kann man leicht erkennen, wenn man eine Lampe mit Strahlwerfer (Reflektor) auf der Sohle des unteren Schachtes in der Achse der Rohrleitung aufstellt, so daß das Innere der bereits verlegten Rohre erleuchtet wird. Durch Aufstellen eines unter  $45^{\circ}$  geneigten Spiegels wird das Bild der Innenwand nach oben geworfen, so daß die Besichtigung einer zwischen Lampe und Schacht liegenden Rohrstrecke von der Straße aus möglich ist.

Die richtige Achslage des Rohres bestimmt man dadurch, daß man in das Rohr ein Stäbchen von der Länge des Rohrdurchmessers wagerecht einlegt, welches in der Mitte einen Kerb hat. Vor das Rohr wird sodann ein Lot an die Achsschnur gehängt und nun das Muffenende so weit nach der einen oder anderen Seite wagerecht verschoben, bis Kerb und Lot übereinstimmen.

In grundwasserhaltigem Boden kann das oben beschriebene Verfahren der Herstellung der Rohrbettung nur dann angewandt werden, wenn er kies- oder sandhaltig ist und der Grundwasserspiegel durch Drainage unter die Rohrsohle gesenkt wurde. Ist der Boden lehm- oder mergelhaltig und zugleich naß, so hebt man die Sohle etwas tiefer aus und bringt eine 10 bis 15 cm hohe Schicht aus Sand oder feinem Kies ein, welche die Bettung für das Rohr bildet; das gleiche Verfahren wendet man bei Felsboden an. Diese Sandschüttung ist vor dem Verlegen der Rohre gehörig einzuschlämmen. Die Benutzung einzelner Flachziegel als Unterlage für die Rohre, welche bei den Unternehmern gebräuchlich ist, soll man nicht dulden, weil sie leicht zu Rohrbrüchen, namentlich bei größeren Rohren, führt.

Hat das Rohr die richtige Lage, so erfolgt die Dichtung. Zu diesem Zwecke wird zunächst der Teerstrick in der Muffe mit dem Dichteisen (Abb. 173) fest verstemmt und das Rohr bis etwa zur halben Höhe mit dem Stopfholz gut unterstopft.

Als Dichtungsstoff verwendet man plastischen Ton, Mörtel aus Zement oder hydraulischem Kalk, jeden für sich oder beide zusammen, ferner Asphaltkitt oder ein ähnliches pechartiges Bindemittel, mitunter auch Schwefel, sowie eine Mischung von Leinöl mit Staubkalk, Ziegel- oder Tonmehl. Bis vor wenigen Jahren waren Ton- und Zementdichtung allgemein üblich, doch sind sie weniger gut als die Dichtung mit Asphaltkitt und werden daher mehr und mehr von dieser verdrängt. Da sie aber gleichwohl noch häufig vorkommen, sollen sie beschrieben werden.



Abb. 173

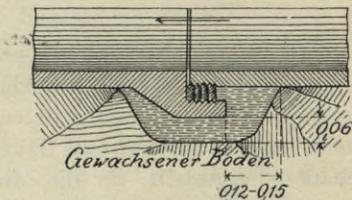


Abb. 174.

Bei der Dichtung mit plastischem Ton wird dieser nach Einstemmen des Teerstrickes fest in den noch verbleibenden Raum der Muffe eingedrückt und hierauf die ganze Muffe mit einem kräftigen Tonwulst umhüllt (Abb. 174). Auf sorgfältige Ausführung der Arbeit hat man zu achten, namentlich daß nicht gewöhnlicher Töpferlehm verwendet und der Wulst nicht fortgelassen wird, was nicht selten vorkommt. Die Nachteile dieser Dichtung bestehen darin, daß Regenwürmer sie durchbohren können, namentlich aber, daß Baumwurzeln den Ton durchwachsen, in das Rohrinne dringen und in kurzer Zeit den Rohrquerschnitt

durch Fortwuchern versperren. Man soll daher diese Dichtung zum mindesten nicht in Straßen mit Baumpflanzungen oder in Anlagen verwenden.

Sicherer ist die Dichtung mit Zementmörtel (1 : 1 bis 1 : 2), der nach Erhärtung einen festen Ring bildet, besonders wenn er noch die Dichtungsstelle mit einem Wulste umgibt. Bei Umlegen der Leitung können jedoch die Rohre nicht wieder verwendet werden, weil der Zement an den Rohrwandungen gut haftet. Als Nachteil der Zementdichtung wird oft angeführt, daß der Rohrstrang unelastisch durch sie werde und bei Erschütterungen des Bodens durch den Fuhrwerksverkehr leicht breche. Nach Frühling ist dieser Nachteil jedoch nicht ins Gewicht fallend.

Die beste Dichtung ist zurzeit die mit Asphaltkitt. Hierbei wird etwa ein Drittel der Muffe in der bereits beschriebenen Weise sorgfältig mit geteertem Hanfstrick ausgekittet und der verbleibende Raum mit flüssig gemachtem Asphaltkitt (1 Teil Goudron und 2 bis 4 Teile Mastix) ausgefüllt. Die Dichtung ist also ähnlich wie die der gußeisernen Wasserleitungsrohre, nur daß an Stelle des Bleies der Asphaltkitt tritt. Damit man nicht den ganzen Tag ein Feuer unterhalten muß, wird die Dichtung nur zweimal am Tage, kurz vor der Mittagspause und kurz vor Feierabend, vorgenommen. Zu diesem Zwecke müssen die Muffen mit Dichtungsringen (Gießringen) abgeschlossen werden, in denen oben eine Öffnung zum Eingießen des Asphaltes freibleibt (Abb. 29). Diese Gießringe bestehen aus Gummi oder aus einem mit Korkstücken gefüllten Juteschlauch (von Unna in Köln). Durch scharfes Anziehen und darauf folgendes Umlegen eines Kupferdrahtes, der an dem Messingringe des Gürtels befestigt, durch den Ring hindurchgezogen und dann umgelegt wird, erfolgt der Anschluß des Unna'schen Gürtels an das Rohr. Um ein Ankleben des Dichtungskittes an dem Gürtel zu verhüten, bestreicht man diesen vor dem Gebrauche mit einer dünnen Tonschicht.

Der Kitt wird auf einem kleinen Ofen dünnflüssig geschmolzen, gut durchgerührt, mit einem Löffel in die mit einer Schnauze versehene Gießkanne von 3 bis 10 l Inhalt gefüllt und sodann in die Muffe eingegossen. Die Gießöffnung wird zweckmäßig etwas nach der Seite gelegt, damit der Asphalt nur nach einer Seite in die Muffe fließt und die Luft auf der anderen Seite entweichen kann; nach vorn wird sie durch ein Tonnest geschlossen (Abb. 29). Nach der Erhärtung, die nur kurze Zeit (5 bis 10 Minuten) dauert, können die Ringe abgenommen, das Tonnest beseitigt und die Eindichtung des nächsten Rohres vorgenommen werden. Ein Ausfließen des Asphaltes ist nach der genannten Zeit nicht mehr zu befürchten. — Bei Verwendung guten Tones ist ein besonderer Gürtelverschluß nicht erforderlich; für kleine Muffen genügt im Notfall das Umlegen eines Wulstes aus plastischem Ton mit einer Gießöffnung.

Die Abzweigrohre werden so verlegt, daß die Abzweigstutzen Gefälle nach der Hauptleitung haben (Abb. 29). Die Abzweige werden durch die bereits erwähnten Verschlußsteller aus Steinzeug, die mit Teerstrick umwickelt und mit Asphaltkitt vergossen oder mit Ton verschmiert werden, verschlossen. Damit die Anordnung der Abzweige an den richtigen Stellen erfolgen kann, beginnt man mit dem Straßenkanal in den bebauten Straßen zweckmäßig erst dann, wenn sämtliche Pläne für die zu entwässernden Grundstücke eingereicht sind, wie es z. B. in Berlin geschehen ist.

Der Anschluß an den oberen Schacht erfolgt durch ein Paßstück ohne Muffe, weil das in den Schacht mündende Rohrende keine Muffe haben darf, und die üblichen Rohrlängen nur selten die für das Schlußstück erforderliche Länge haben.

Nach erfolgter Dichtung werden die Rohre verfüllt. Am besten wird dazu Sand oder sandiger Boden verwendet, der zwecks dichter Lagerung gut einzuschläm- men ist. Keinesfalls dürfen sich Steine in der zum Verfüllen dienenden Erde befinden, durch welche eine Beschädigung der Rohre erfolgen könnte. Daß die Rohre auch nicht auf steinigem Boden gelagert werden dürfen, ist bereits gesagt. Der eingebrachte Füllboden darf zunächst nur seitlich des Rohrstranges vorsichtig gestampft werden, die Verfüllung wird zweckmäßig etwa 80 cm über dem Scheitel des Rohres fortgesetzt und die dichte Lagerung des Füllbodens bis dahin lediglich durch Einschlämmen bewirkt. Erst von da ab dürfen Stampfen von mäßigem Gewicht für die in Stärke von 15 bis 20 cm ein- zubringenden Lagen benutzt werden.

Anschlußleitungen sind fast stets im Bogen geführt und lassen sich daher nicht so genau verlegen, da ein Durchblicken nicht möglich ist. Da sie aber meist ein starkes Gefälle haben, so ist dies bei ihnen auch nicht so nötig.

In vereinzelt Fällen kommt es vor, an anderen als den vorgesehenen Stellen Abzweige anzuschließen. Dies kann dadurch geschehen, daß man eine runde Öffnung vom Durchmesser der Anschlußleitung einmeißelt und ein Sattelstück

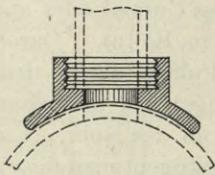


Abb. 175.

auflegt (Abb. 175), welches mit Zement oder besser Asphalt- kitt und durch ein umgelegtes Band an seinem Platze fest- gehalten wird; hierbei ist keine Betriebsunterbrechung erforderlich. Diese oder wenigstens ein vorübergehendes Zurückhalten des von oben zufließenden Wassers macht sich jedoch nötig, wenn man an der Anschlußstelle das Rohr beseitigt und ein Abzweigrohr an seiner Stelle ein- setzt. Da die Abzweige aber 0,6 m Baulänge, das be- seitigte Rohr jedoch 1 m Baulänge hat, so muß die ver-

bleibende Lücke durch ein Teilstück und ein sog. Tonrohrschloß geschlossen werden. Ein solches Schloß besteht aus zwei Hälften, deren obere den Abzweig enthält.

Soll die fertige Leitung einer Dichtigkeitsprobe unterzogen werden, so darf sie vorher nicht verfüllt werden. Zu dem Zwecke werden die Leitungsenden durch hölzerne, mit Filz gedichtete Stöpsel oder Scheiben, welche abgespreizt werden, geschlossen. Auf einen Abzweig werden gleichzeitig unter Einschaltung eines Bogen- stückes einige Meterrohre von 15 cm Weite senkrecht aufgesetzt, durch welche sodann die zu prüfende Kanalstrecke 2 bis 3 m über dem Scheitel mit Wasser gefüllt wird. Zeigt sich hierbei, daß an keiner Muffe Wasser durchsickert, so ist die Leitung hin- reichend dicht. Diese Prüfung ist besser als die Rauchprobe, bei welcher mittels eines kleinen Gebläses Rauch in die abgeschlossene Leitungsstrecke eingetrieben wird.

### 3. Kanäle aus Mauerwerk.

Ist der Boden fest, so wird die Sohle der Baugrube sorgfältig nach der Form der äußeren Kanalsole unter Benutzung einer Lehre ausgehoben und das Mauer- werk in unmittelbarem Anschluß an den gewachsenen Boden hergestellt.

Gemauerte Kanäle erhalten als Unterlage gewöhnlich die bereits genannten und dem Kanalquerschnitt angepaßten Sohlstücke aus gebranntem Ton oder aus Beton (1 : 3 : 4 bis 1 : 4 : 8). Letztere werden in hölzernen Formen eingestampft. Sie sollen nicht mehr als 200 kg wiegen, damit sie nicht zu schwer zu bewegen sind, und müssen vor der Verwendung mindestens 3 Monate alt sein. Man läßt sie mittels einer Winde in die Baugrube hinab und verlegt sie auf deren Sohle ähnlich

wie die Tonrohre. Die Fugen vergießt man mit Zementmörtel 1 : 3. An Stelle der Sohlstücke können auch 1 bis 2 Ziegelflachsichten als Unterlage für den Kanal benutzt werden, jedoch erfordert dann die Hintermauerung der gewölbten Sohle viel Verhau und viel Mörtel.

Nach Verlegen der Sohlstücke oder Mauerung der Fundamente werden die Lehrbögen für den Unterbau aufgestellt und die Aufmauerung bis zu Kämpferhöhe ausgeführt. Die Steine sind vor dem Vermauern sorgfältig durch Bürsten von Schmutz zu befreien und gehörig anzunässen. Die Lehrbögen sind mit Fugenteilung versehen. Die Widerlager werden nach der Schnur aufgemauert, die Abzweige mit etwas Gefälle (20 ‰) eingesetzt und die Fugen mit Zementmörtel (1 : 1 bis 1 : 1½) sauber verstrichen. Abgestandener Zementmörtel darf unter keinen Umständen verwendet werden.

Erhält das Widerlager, was gewöhnlich erforderlich ist, eine Hintermauerung, so wird diese absatzweise zuerst aufgemauert und das Widerlager in 1 oder 2 Rollschichten dagegengesetzt. Die innere Leibung wird dabei nach der Schnur hergestellt, und die Außenfläche erhält einen 2 cm starken Rappputz.

In Krümmungen dienen zweckmäßig etwa 1,00 m lange Schablonen für die Krümmung einzelner Schichten, namentlich der Kämpferschicht als Lehren.

Nach Fertigstellung des Widerlagers wird das Deckgewölbe über 1,5 bis 2 m langen Wölbtrommeln, die mit gehobelten Latten versehen sind, und auf denen die Fugen mit Kreide abgeschnürt werden, in einzelnen Rollschichten ausgeführt. Außen erhält das Gewölbe einen 2 cm starken Rappputz, der aber nicht der Sonne ausgesetzt werden soll und daher mit Säcken abzudecken und des öfteren anzunässen ist.

Damit man die Trommeln leicht lösen kann, setzt man zwischen sie und ihre Unterstüzung gehobelte Keile ein. Ist das Deckgewölbe nach einiger Zeit erhärtet und die genaue Aufmessung der Abzweige geschehen, so erfolgt nach Entfernung der Verschalung des Gewölbes die Reinigung der inneren Leibung von anhaftendem Mörtel, worauf die Fugen 1 bis 1½ cm tief ausgekratzt und mit Zementmörtel 1 : 1 glatt verstrichen werden.

Bei kleinen Profilen (bis zu 1,20 m Weite) können die Trommeln, falls gutes Wetter herrscht, schon nach einer Nacht entfernt werden; bei nasser Witterung und bei Gewölben von größerer Spannweite müssen sie entsprechend länger stehen bleiben.

Krümmungen gemauerter Kanäle werden eingeschalt, indem auf die in Abständen von je 1,00 m aufgestellten Lehrbögen lange biegsame Schallatten aufgenagelt werden.

Mit der Aufmauerung des Kanales schreitet auch die Entfernung der Absteifung und Verschalung der Baugrube vor sich. Gleichzeitig wird das fertiggestellte Mauerwerk hinterfüllt. Auch hier darf beim Verfüllen der Boden nur seitlich des Kanales vorsichtig gestampft werden. Mit der Verfüllung des Gewölbes muß aber je nach der Spannweite und der Witterung 1 bis 3 Tage gewartet werden, damit Risse im Gewölbe vermieden werden. Das Stampfen und Einschlämmen des Füllbodens in ganzer Baugrubenbreite darf erst 80 cm über dem Scheitel beginnen.

Um in dem Fortgang der Maurerarbeiten keinen Aufenthalt eintreten zu lassen, läßt man die Entfernung der Absteifung und das Verfüllen am besten nach Feierabend oder in den Arbeitspausen der Maurer vornehmen. Die Spreizen werden dabei

bis zu der Höhe entfernt, bis zu welcher das Mauerwerk voraussichtlich während der nächsten Arbeitsschicht fortschreiten wird.

Da man bei der Verwendung von Ziegeln an das übliche Format gebunden ist, so sind nur Abstufungen von 12 cm in den Wandstärken möglich. Die besten Ziegel werden zweckmäßig im Innern, die weniger harten für die äußere Rolle und für die Hintermauerung verwendet. Auf beste Bereitung des Mörtels ist zu sehen, wobei es jedoch auch auf gute Beschaffenheit des Sandes ankommt, der nicht zu fein und auch nicht von zu gleichmäßiger Korngröße sein darf. Selbstverständlich können nur solche Bindemittel Verwendung finden, welche unter Wasser erhärten, also Portlandzement, Traß und hydraulischer Kalk; letzterer wird in Deutschland jedoch weniger verwendet, Traß auch meistens nur in der Rheingegend, so daß also Portlandzement das am meisten gebrauchte Material ist. Die Herstellung des Mörtels, wobei auf innigste Mischung zu sehen ist, erfolgt von Hand oder bei größerem Bedarf durch Maschine. Der Wasserzusatz erfolgt nach sorgfältiger Mischung und beträgt für Zementmörtel und Traß-Zementmörtel 20 bis 25 % des Rauminhaltes der Mischstoffe, für Traß-Kalkmörtel nur 8 bis 10 %. Wasser mit pflanzlichen Beimengungen ist möglichst zu vermeiden, weil es die Bindekraft schwächt.

#### 4. Kanäle aus Beton.

Bei der Besprechung der Baustoffe für Kanäle wurde schon darauf hingewiesen, daß Betonkanäle entweder in der Grube gestampft werden, oder daß sie für kleinere Querschnitte in Rohrlängen von 1 m fertig geliefert werden.

Die Verlegung fertiger Betonrohre erfolgt in gleicher Weise wie die der Tonrohre. Die Dichtung der mit Falz versehenen kleineren Rohre erfolgt dadurch, daß auf die Stoßflächen reichlich guter Zementmörtel aufgestrichen und das einzufügende neue Rohr kräftig gegen das letzte schon verlegte Rohr geschoben wird, so daß der Mörtel herausquillt. Da die Haftfläche des Mörtels nicht groß ist, so erfordert diese Verbindung eine feste Lage der Rohre, weshalb die Stöße zweckmäßig eine Unterlage, etwa eine Ziegelflachsicht, erhalten; in diesem Falle muß aber das Rohr überall fest aufliegen, der dazwischen liegende Teil der Baugrube also fest und eben hergestellt werden. Die äußere Fuge wird gut verstrichen oder erhält einen Wulst von Zementmörtel; die innere Fuge wird, falls der Durchmesser nicht zu eng ist, gleichfalls verstrichen, nachdem der ausgetretene Mörtel entfernt ist. Bei engen Rohren ist dies nicht oder nur schwer ausführbar. Man schiebt daher zweckmäßig einen mit Filz bekleideten Holzpfropfen von der Größe des Leitungsquerschnittes in das vorletzte Rohr bis zur Hälfte ein und schiebt das letzte Rohr darüber. Infolgedessen können höchstens kleinere Mörtelmengen austreten, welche beim Herausziehen des Pfropfens glatt verrieben werden.

Bei nicht ganz festem Baugrund treten jedoch bei dieser Art der Dichtung leicht Versackungen ein, was bei Leitungen, welche nur Regenwasser führen, weniger bedenklich ist. Schmutzwasserleitungen würden dagegen bei Undichtigkeit den Boden verunreinigen und müssen daher bei nicht ganz sicherem Boden wie die größeren Betonrohre mit stumpfen Stößen gedichtet werden.

Abb. 43 zeigte bereits die Dichtung eines größeren Betonrohres mit stumpfem Stoße. Auch hierbei werden die Stoßfugen mit Zementmörtel ausgefüllt und sodann mit Beton umstampft, wobei das Einlegen eines Drahtnetzes in den Betonring zur Erhöhung der Dichtigkeit und Festigkeit des Stoßes zu empfehlen ist, wie es die genannte Abbildung zeigt. Statt des Betonringes können auch 1 bis 2 Ziege-roll-

schichten ausgeführt werden, zwischen denen gleichfalls eine Drahteinlage zweckmäßig ist.

Die Herstellung von Anschlußleitungen erfolgt meistens so, daß man Löcher in die Wandungen der Betonleitungen einstemmt und kurze Rohre in sie einmauert. Die Anschlußstutzen dürfen aber nicht in das Kanalinnere vorragen, auch muß die Fuge zwischen Anschlußstutzen und Lochleitung wieder sorgfältig gedichtet und das vorstehende Rohrende außen ummauert und bis zur Sohle des Rohrgrabens untermauert werden, damit der Anschlußstutzen nicht abbrechen oder ausbrechen kann.

Besser, wenn auch seltener verwendet werden Abzweige aus Beton nach Abb. 176. Die Abzweigmuffe ist kürzer als bei den Tonrohren, da sie bei größerer Länge leicht abgestoßen werden könnte.

Für die Dichtigkeitsprobe gilt dasselbe, was für die Tonrohre gesagt wurde; ebenso für das Verfüllen, wenn auch das Stampfen der Hinterfüllung eher anwendbar ist, weil die Betonwandungen wegen ihrer größeren Masse nicht so leicht beschädigt werden.

Aus den bisherigen Erläuterungen geht hervor, daß Betonrohre schwer zu dichten sind, wenn sie aus einzelnen Stücken bestehen. Daher sind ihnen **Betonkanäle, welche in der Baugrube gestampft werden**, überlegen. Doch erfordert die Ausführung solcher Kanäle Übung, größte Sorgfalt, gewissenhafte Auswahl der Baustoffe, namentlich aber gute Mischung und kräftiges Stampfen.

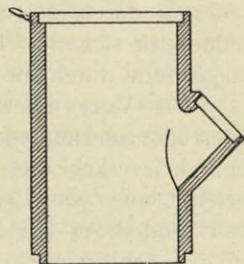


Abb. 176.

Besonders vorteilhaft ist diese Art der Ausführung da, wo man den Boden dem Kanalprofil entsprechend ausheben kann, weil in diesem Falle die Grubenwand als äußere Lehre dient, eine äußere Verschalung bis zum Kämpfer also überflüssig wird.

Die Lehrgerüste werden aus Holz oder Eisen hergestellt. Gut geeignet sind 2 bis 4 m lange Trommeln vom Querschnitt des Kanales, welche mit Blech beschlagen sind und nach Fertigstellung eines Stückes vorgezogen werden, aber nur so weit, daß sie in dem fertiggestellten Teile noch eine hinreichende Führung haben. Gestampft wird am besten von oben nach unten, also in senkrechter Richtung. Damit jedoch hierbei die unter der Trommelleibung liegenden Teile der Kanalwandung getroffen werden, muß die Trommel in Absätzen von nach vorn abnehmender Breite und Höhe hergestellt oder der untere Teil der Wandung in wagerechter Richtung gestampft werden. Die Außenseite wird glatt gestrichen und nur verputzt, wenn das Eindringen von Tage- oder Grundwasser zu befürchten ist.

Für die Herstellung derartiger Kanäle wird in der Regel die Verwendung von Mischmaschinen zur Bereitung des Betons lohnend sein, da es sich gewöhnlich um große Betonmassen handelt.

Die Ausführung der Sohle erfolgt natürlich ohne besondere Einschalung, muß aber mit großer Sorgfalt geschehen. Sie wird, wie schon erwähnt wurde, zweckmäßig mit hartgebrannten Ziegeln oder Platten aus gebranntem Ton bekleidet; auch gelangen besondere Sohlstücke aus festen natürlichen Steinen zur Verwendung.

Über die Kanäle aus Eisenbeton ist bei der Besprechung der Baustoffe das Nötige bereits gesagt.

### 5. Kanäle aus Eisen.

Für die Verlegung und Dichtung gußeiserner Rohre gilt das gleiche, was im II. Teile des Städtischen Tiefbaues, der „Wasserversorgung der Städte“<sup>1)</sup>, gesagt wurde; es sei deshalb auf den entsprechenden Abschnitt jenes Teiles verwiesen. Auch über die Verlegung und Dichtung schmiedeeiserner Rohre ist bereits gesprochen.

Düker unter Wasserläufen werden in einer vorher ausgebaggerten Rinne verlegt. Diese muß so tief sein, daß die Leitung nach Fertigstellung mindestens 50 cm unter der Flußsohle liegt. Bei starker Strömung wird die Rinne zwischen Spundwänden ausgebaggert, damit sie von der Strömung nicht wieder vorzeitig zugeschwemmt wird. Nach dem Versenken ist das Rohr bei starker Strömung durch eine Steinpackung oder durch Einbetonieren gegen Unterspülung zu sichern. In allen anderen Fällen genügt es, das Zuschwemmen der Baggerrinne durch die Strömung selbst vornehmen zu lassen.

Das Versenken der Dükerrohre erfolgt zweckmäßig im ganzen von festen oder schwimmenden Gerüsten aus mit Hilfe von Schraubenspindeln. Wo reger Schiffsverkehr dies verhindert, wird es in Längen von 8 bis 10 m mit Endflanschen versenkt und von Tauchern zusammengeschraubt, wie dies z. B. bei Verlegung des Elbedükers für Magdeburg geschehen ist. Dort mußte man mit Rücksicht auf den Schiffsverkehr auch davon Abstand nehmen, die Rinne in der ganzen Strombreite auszubaggern.

### 6. Kanäle aus Asphalt.

Die Verbindung der Asphaltrohre zeigt Abb. 177. An der Stoßstelle wird ein Blechzylinder A angebracht und eine Muffe über sie geschoben. Die Dichtung erfolgt mit Steinkohlenpech, Goudron, Asphaltkitt oder ähnlicher Masse. Der Blechzylinder soll das Eindringen des Dichtungstoffes in das Leitungsinnere verhüten.

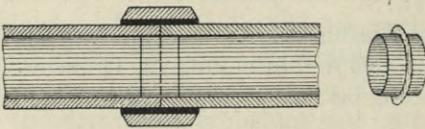


Abb. 177.

### 7. Bauwerke.

Die in der Kanalstrecke liegenden Bauwerke (Einsteigeschächte, Abzweigungen von Notauslässen, Verbindungen mit größeren Kanälen) werden gesondert in Angriff genommen und möglichst so gefördert, daß sie mit den anstoßenden Kanalstrecken zusammen vollendet werden.

Zu ihrer Herstellung ist gewöhnlich eine Erweiterung der Baugrube erforderlich, welche sicher abzusteifen ist. Auf möglichste Beschränkung des Erdauhubes ist Bedacht zu nehmen.

Bei der Beschreibung der Bauwerke ist über ihre Ausführung schon das Erforderliche gesagt worden, so daß hier nur darauf verwiesen zu werden braucht.

Alle Eisenteile müssen, bevor sie eingebaut werden, betriebsfertig aufgestellt werden. In dieser Stellung sind sie bis zur Einmauerung oder Einbetonierung zu sichern. Abdeckungen werden mit Rücksicht auf die Abnutzung der Straßenkrone etwas tiefer gelegt, als diese liegt.

Sinkkästen müssen so versetzt werden, daß sie senkrecht und sicher aufstehen. Die Sohle gemauerter Einläufe besteht entweder aus 3 bis 4 Flachsichten

<sup>1)</sup> Polytechnischer Verlag M. Hittenkofer in Strelitz.

oder aus einer Betonplatte; ihre Wandstärke mißt im unteren Teile gewöhnlich 1 Stein, im oberen  $\frac{1}{2}$  Stein.

#### d) Das Verfüllen der Baugrube.

Das Verfüllen der Kanäle ist bei Besprechung der Ausführung bereits erläutert worden. Die Erde darf beim Verfüllen der Baugrube nicht eingeschüttet, sondern muß mit der Schaufel eingeworfen werden. Die Zahl der einstampfenden Arbeiter soll ebenso groß sein wie die der einwerfenden. Zur Verwendung gelangen eiserne Stampfen.

Daß mit dem Stampfen über der Leitung erst in 80 cm Höhe begonnen werden darf, ist bereits gesagt, ebenso, daß das Stampfen seitlich des Kanales mit großer Vorsicht zu geschehen hat. Sandiger Boden ist in Lagen von 20 bis 30 cm einzubringen und gehörig einzuschlämmen, lehmiger Boden aber wegen langsamen Austrocknens nicht einzuschlämmen.

Die in der Baugrube vorhandenen Gas- und Wasserleitungen sind sorgfältig zu unterstopfen und ihre Aufhängung erst dann zu lösen, wenn sie bis zu ihrer halben Höhe verfüllt sind.

Ist die Verfüllung vollständig erfolgt, so läßt man dem Boden einige Tage Zeit, sich zu setzen, ehe man die Wiederherstellung der Straßenbefestigung vornimmt.

## F. Die Entwässerung der Grundstücke.

### I. Die Leitungen und ihre Entlüftung.

#### a) Leitungen.

Das Wasser muß dem Straßenkanale auf dem schnellsten Wege zugeführt werden. Die **Ableitungen** sind daher so kurz als möglich zu halten und möglichst geradlinig zu verlegen.

Zur Herstellung von Richtungsänderungen dienen Knie- oder Bogenrohre, auch Krümmer genannt (Abb. 178 bis 182), für Abzweigungen Abzweigrohre mit einem Winkel von höchstens  $70^\circ$  (Abb. 183 für eine einfache, Abb. 184 für eine doppelte Verzweigung).



Abb. 178.



Abb. 179.



Abb. 182.



Abb. 183.



Abb. 184.



Abb. 180.



Abb. 181.

Gefällsbrüche sind nur dann zulässig, wenn die Hauptleitung ein Gefälle von über  $40 \text{ ‰}$  hat. Wo Mauern gekreuzt werden, sind die Leitungen in Umfassungs-

wänden dicht einzumauern, in Zwischenwänden mit 10 cm Spielraum in Sand einzubetten.

Das Gefälle der Ableitungen soll mindestens 10 ‰ und höchstens 333 ‰ betragen.

Die Ableitungen sollen frostfrei liegen, sie müssen daher im Freien eine Überdeckung von 0,80 bis 1,50 m erhalten.

Die geringste Weite der Hauptableitung soll 150 mm, die der Nebenableitungen 100 mm sein. Beim Übergang von einem Durchmesser zu einem anderen werden Übergangsröhren (Abb. 185) verwendet.

Im Freien werden glasierte Tonrohre mit Asphaltichtung bei genügender Überdeckung verwendet, sonst gußeiserne Rohre, welche innen und außen asphaltiert sind und mit Blei gedichtet werden. Die hierfür Verwendung findenden Röhren sind die nach den vom Verbands Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine aufgestellten Normalien gefertigten „Deutschen Normal-Abflußröhren“, deren Muffenprofil Abb. 186 zeigt. Die in den vorgenannten Abbildungen dargestellten Röhren sind ebenfalls Normal-Abflußröhren.

Der Anschluß eines gußeisernen Rohres an ein Tonrohr und umgekehrt wird durch ein besonderes Anschlußstück (Abb. 187) bewerkstelligt; die Dichtung geschieht mit Asphalt.

Einfache und doppelte Bogenverbindung zeigen die Abb. 188 und 189.

Die **Fallröhren** sind, soweit dies möglich ist, senkrecht zu führen; ihr Anschluß an die Ableitung erfolgt durch einen sog. Fußbogen (Abb. 190). Fußbögen kommen auch mit Übergang vor (Abb. 191). Wenn der Unterschied der Mauerstärke zweier Geschosse die Geradführung des Fallrohres nicht gestattet, findet ein Sprungrohr Verwendung (Abb. 192). Sind schräge Leitungen nicht zu vermeiden, so müssen sie mindestens 200 ‰ Steigung erhalten.



Abb. 185.



Abb. 186.

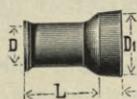


Abb. 187.

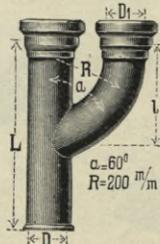


Abb. 188.

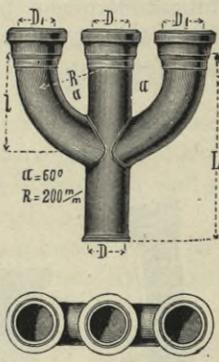


Abb. 189.



Abb. 190.

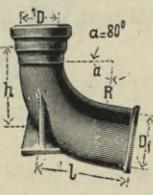


Abb. 191.



Abb. 192.

Fallröhren dürfen nicht eingemauert werden; diejenigen für Schmutzwasser müssen daher frei an der Innenwand, die für Regenwasser frei an der Außenwand herabgeführt werden. Regenwasser darf nicht nach innen abgeleitet werden, ebenso nicht Schmutzwasser nach außen; desgleichen ist eine Verbindung beider Arten von Fallröhren unzulässig.

Die Weite der Fallröhren beträgt:

für Spülaborte 100 mm

„ mehrere Eingüsse, Waschbecken 70 mm

„ einzelne Eingüsse 50 mm

Das Material der Fallröhren ist Gußeisen; für Weiten unter 70 mm werden auch Bleiröhren verwendet. Die Wandstärke der Eisenröhren soll folgende sein:

Durchmesser  $d = 50 \quad 70 \quad 100 \quad 125 \quad 150 \quad 200 \text{ mm}$

Wandstärke  $\delta = 5 \quad 5 \quad 6 \quad 6 \quad 7 \quad 8 \text{ mm}$

Dünnwandige, sog. schottische Röhren haben Nachteile gezeigt.

Der Anschluß von Bleiröhren an gußeiserne Röhren erfolgt durch verzinnzte Eisenstutzen (Abb. 193) oder durch Messingstutzen (Abb. 194).

Die Regenfallröhren erhalten 100 bis 150 mm Weite; sie bestehen in der Regel bis zu einer Höhe von 1,50 bis 2,0 m über dem Erdboden aus Gußeisen, was in verschiedenen Städten direkt vorgeschrieben ist, von da ab aus Zinkblech Nr. 13.

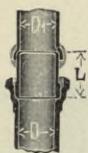


Abb. 193.



Abb. 194.

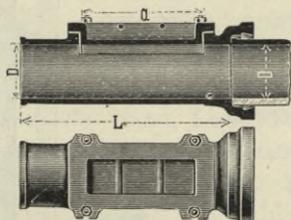


Abb. 195.

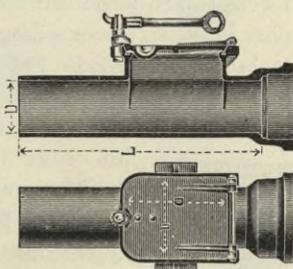


Abb. 196.

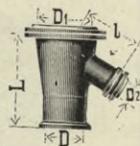


Abb. 197.

Zur Feststellung von Verstopfungen und zu deren Beseitigung ist höchstens 2 m hinter der Bauflucht eine luftdicht verschließbare Putzöffnung, sog. Spundkasten, nach Abb. 195 oder 196 anzubringen. Falls die Leitung an der betreffenden Stelle nicht frei im Keller, sondern in der Erde liegt, so muß diese Öffnung durch einen Schacht von 90 cm Durchmesser oder 1,00 . 0,70 m Weite zugänglich gemacht werden.

Abb. 197 zeigt endlich noch das Verbindungsstück zwischen Fallrohr und dem über Dach geführten Lüftungsrohr. Der Durchmesser des letzteren ist 50 mm größer als der des Fallrohres, damit auch bei stärkerer Reifbildung im Winter stets ein genügender Lüftungsquerschnitt vorhanden ist. Der 50 mm weite Stutzen ist für den etwaigen Anschluß eines Lüftungsrohres 2. Ordnung bestimmt und kann zur Ausführung der Rauch- oder Geruchsprobe benutzt werden.

Alle Leitungen sind ohne Einlegung eines Geruchverschlusses mit der Straßenleitung zu verbinden und bis über Dach zu führen. Nur

in einem Regenrohre, welches in nächster Nähe eines Fensters eines dauernd bewohnten Geschosses endigt, darf ein Geruchverschluß eingeschaltet werden, welcher jedoch frostfrei in die Erde einzubauen ist und zugänglich sein muß.

### b) Einläufe für Dachwasser.

Die Einläufe für Dachwasser können je nach ihrer Lage an der Vorder- oder Rückseite des Gebäudes verschieden sein, weil der Straßenverkehr andere Rücksichten verlangt, als in den Höfen in Betracht kommen.

Nur in Ausnahmefällen darf man das Dachwasser erst durch die Rinnsteine den Kanälen zuführen, da hierbei der Fußgängerverkehr auf den Bürgersteigen belästigt wird. Das Regenwasser wird daher in der Regel den Kanälen unterirdisch zugeführt. Der Hofrinnstein kann dagegen unbedenklich zur Ableitung benutzt werden.

Zur Bestimmung des erforderlichen Rohrquerschnittes, der, wie schon erwähnt, 100 bis 150 mm Durchmesser hat, kann man nach Frühling auf 1 qm Dachfläche 0,8 bis 1 qcm Rohrquerschnitt rechnen. Namentlich die an der Wetterseite liegenden Regenrohre erhalten zweckmäßig größeren Querschnitt, weil sonst der bei Tauwetter vom Dache abrutschende Schnee den Querschnitt so verstopfen kann, daß das Schmelzwasser nicht mehr abzufließen vermag, mit hin über die Rinne fließt und das Mauerwerk durchnäßt; auch kann das Rohr bei zu kleinem Querschnitt zufrieren.

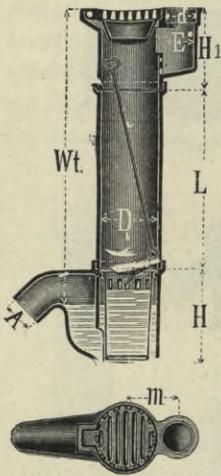


Abb. 198.

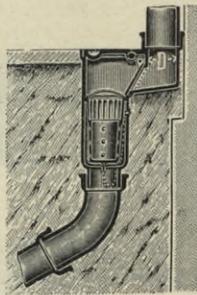


Abb. 199.

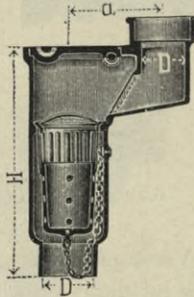


Abb. 200.

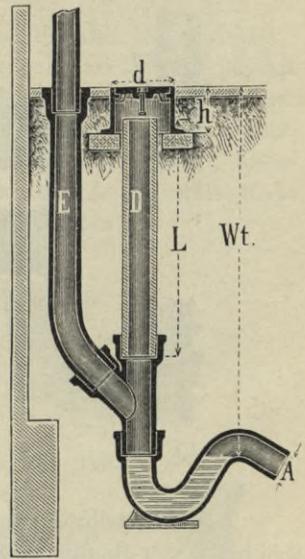


Abb. 201.

Die Regenrohre dienen, wie schon erwähnt wurde, auch zur Lüftung des Kanalnetzes, dürfen also, wie oben ausgeführt wurde, keinen Geruchverschluß erhalten mit der erwähnten Ausnahme. In diesem Falle kann der Geruchverschluß nach Abb. 198 (Modell Baden-Baden) ausgeführt werden. Auch eine Klappe genügt zum Abschluß der Kanalluft, wie dies in Abb. 199 und 200 dargestellt ist, wenn die Abdeckung in der Straßenoberfläche mit einem Schlitz versehen ist und dadurch den Abzug der Luft nach der Straße gestattet. Eine andere Art eines Regenrohrgeruchverschlusses zeigt noch das Hanauer Modell Abb. 201.

Das Abwasser von Erkern, Gesimsen und sonstigen Vorsprüngen ist durch kleine Rinnen abzufangen und durch Rohre von 2 bis 4 cm Durchmesser abzuleiten.

Derartige Rohre dürfen als Schrägleitungen nur dann in die Fallrohre für Dachwasser eingeführt werden, wenn diese nicht zur Kanallüftung benutzt werden; denn das Anbringen eines Geruchverschlusses in der Schrägleitung würde wegen der Frostgefahr nicht zulässig sein. Liegt ein solches Regenfallrohr nicht in der Nähe, und kann oberirdische Ableitung nicht gewählt werden, so ist das Wasser des Erkers unter Vermittelung eines Geruchverschlusses in die Hausleitung zu führen.

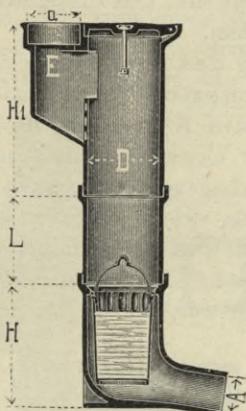


Abb. 202.

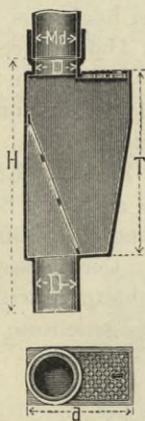


Abb. 203.

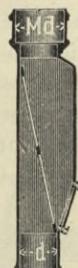


Abb. 204.

Sehr häufig werden in die Regenfallröhren Eimer oder Körbe oder Roste eingebaut, um Schmutz oder Sand, Laub, Steine, Schiefer- oder Ziegelstückchen zurückzuhalten. Diese Behälter sind so auszugestalten und einzusetzen, daß sie leicht entleert und gereinigt werden können. Ein Eimer war bereits in Abb. 198 angegeben. Ein weiteres Beispiel dafür zeigt Abb. 202 (Modell Erfurt), welches gleichzeitig entlüftet. Auch die Einhängung eines Korbes war bereits in Abb. 200 gegeben; Abb. 203 zeigt noch das Modell Karlsruhe für die Anordnung eines Rostes, ferner Abb. 204 das Modell München, welches am unteren Ende des Rostes die Entleerungsöffnung besitzt, infolgedessen aber nicht im Boden verlegt werden kann; der Frost-sicherheit wegen ist daher die Karlsruher Anordnung vorzuziehen; die oberirdisch angebrachte Kastenform ist zudem nicht zur Anbringung an jedem Gebäude geeignet und sieht auch unschön aus. In Berlin gelangen beide Anordnungen zur Verwendung.

Das Dachwasser der Höfe wird durch die noch zu besprechenden Hofeinläufe abgeführt.

### c) Entlüftung.

Zur Entlüftung der Straßenkanäle und der Grundstücksleitungen werden alle Fallröhren im Innern ohne Geruchverschluß hergestellt, wie schon gesagt wurde, und möglichst senkrecht bis mindestens 0,50 m über die Dachfläche emporgeführt. Sind Fenster in größerer Nähe als 3 m vorhanden, so müssen die Fallröhren mindestens 1 m über diese emporragen. Die Ausmündung wird mit einer Schutzhaube versehen, welche ringsum einen Schlitz von dem doppelten Querschnitt des Rohres freiläßt.

Das Material für die Lüftungsleitungen ist Gußeisen, Schmiedeeisen, Kupfer oder Blei.

## II. Eingüsse, Geruchverschlüsse, Fettfänge.

### a) Eingüsse, Spültische, Waschbecken und Badewannen.

Die Eingüsse für häusliches Brauchwasser eingehend zu besprechen, würde über den Rahmen dieses Buches hinausgehen; es soll daher nur ein kurzer Überblick über sie gegeben und ihre Hauptformen im Bilde vorgeführt werden.

Alle Eingüsse, Spültische, Waschbecken und Badewannen müssen feste Siebe erhalten, deren Löcher höchstens 10 mm weit sind und zusammen höchstens den halben Querschnitt des Abflußrohres ausmachen.

Unmittelbar unter der Abflußöffnung des Beckens der Eingüsse usw. ist ein **Geruchverschluß** oder **Siphon**, in welchem das Wasser mindestens 70 cm hoch steht, einzuschalten, damit die Kanalluft nicht in die Wohnungen eindringen kann. Ein solcher Geruchverschluß besteht, wie Abb. 205 zeigt, in der Regel aus einer S-förmig gebogenen gußeisernen oder Blei-, Kupfer- oder Messingröhre von 40 bis 50 mm Weite, welche an ihrer tiefsten Stelle eine Putzöffnung erhält. Der Wasserverschluß wird dadurch hergestellt, daß der linke nach unten gerichtete Schenkel der Röhre in das Wasser eintaucht, während der rechte aufwärts gerichtete höher liegt.

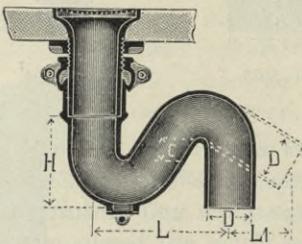


Abb. 205.

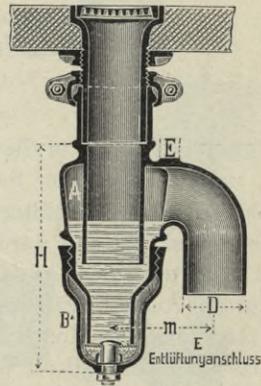


Abb. 206.



Abb. 207.

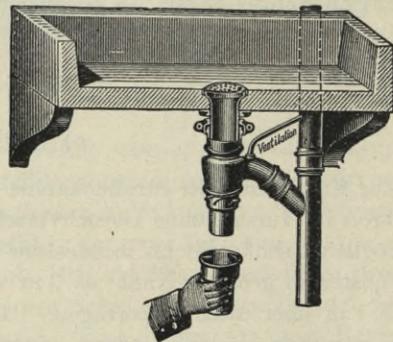


Abb. 208.

Eine andere empfehlenswerte Art der Geruchverschlüsse zeigt die Abb. 206, ihre Anwendung für Küchenausgüsse die Abb. 207 und 208. Diese Geruchverschlüsse

werden von der Halbergerhütte bei Saarbrücken <sup>1)</sup> (Rudolf Böcking & Co.) hergestellt. Der eine Küchenausguß (Abb. 207) ist aus Gußeisen, der andere (Abb. 208) aus Stein hergestellt. Soll der Siphon gereinigt werden, so wird die Schlamm- schale abgeschraubt, wodurch sich der gesamte Wasserinhalt des Siphons in die Schlamm- schale entleert und hier mit dem Schlamm beseitigt werden kann. Ein Verstopfen des Siphons ist ausgeschlossen, auch kann jeder in den Siphon ge- fallene Gegenstand durch Entfernen der Schlamm- schale leicht wieder herausgenom- men werden. Ein besonderes Gefäß braucht bei der Reinigung also nicht unterge- stellt zu werden. Diese Geruchverschlüsse werden sowohl mit geradem wie auch mit schrägem Abzuge geliefert, wie es die Abbildungen zeigen.

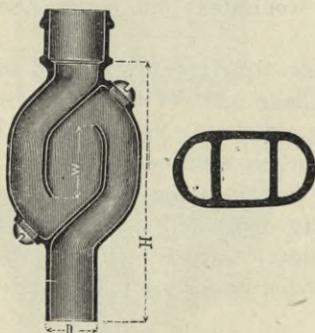


Abb. 209.

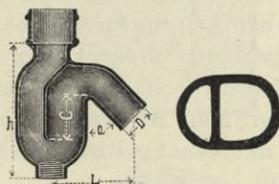


Abb. 210.

Wenn die Verbindungsleitung des Eingußbeckens mit dem Fallrohr größere Länge besitzt, so ist die Möglichkeit vorhanden, daß durch das von oben in das Fallrohr stürzende Wasser das Wasser aus dem Geruchverschluß mit abgesaugt wird, wodurch also dessen Wirkung aufgehoben wird und die Kanalluft bei längerer Nichtbenutzung des Eingusses in die Wohnung dringt. Diesen Nachteil beseitigt der in Abb. 209 und 210 dargestellte Geruchverschluß der Halbergerhütte dadurch, daß der Wasserquerschnitt im Geruchverschluß doppelt so groß ist wie derjenige der Abflußleitung. Ein weiterer Vorzug dieser Anordnung besteht in der gefälligeren Form und in der Raumersparnis gegenüber den gewöhnlichen Siphons.

Das sicherste Mittel, ein Leersaugen der Geruchverschlüsse zu vermeiden, besteht darin, daß man die höchste Stelle des Siphons nach einer Hilfsluftleitung entlüftet, welche über dem obersten Einguß in das auf das Fallrohr aufgesetzte Lüftungsrohr einmündet.

Sicherheitsüberläufe von Waschbecken, Badewannen, Pissoiren sind in den Geruchverschluß oberhalb des inneren Wasserspiegels einzuleiten.

Die gewöhnlichen Küchenausgüsse haben bei uns meistens die Form eines Beckens mit ebener Rückwand, welches an einer gut beleuchteten Stelle der Küche und in möglichster Nähe der Fallröhre anzubringen ist. In der Regel bestehen sie aus Gußeisen (Abb. 207) mit Schmelzüberzug und haben am Boden über dem Ablaufstutzen das bereits erwähnte Sieb. Meistens bilden sie die einzige Ausgußstelle der Wohnung und dienen dann auch für die Entleerung des zur Reinigung bestimmten Wassers. Über ihnen, wie auch über Spültischen usw., muß ein Wasser-

<sup>1)</sup> Auch die vorhergehenden Abbildungen für Grundstücksentwässerung und weiter folgenden sind dem Preisverzeichnis der Halbergerhütte entnommen.

leitungshahn angebracht sein, damit der Ausguß gründlich gespült werden kann. Die Mündung des Hahnes muß mindestens 2 cm über dem Rande des Beckens liegen, damit ein Rückstau des mit Abwasser etwa völlig gefüllten Beckens in die Wasserleitung ausgeschlossen ist.

Zuweilen bestehen die Küchenausgüsse auch aus Stein (Abb. 208), doch sind diese wegen der aufsaugenden Beschaffenheit der Wandungen schwer rein zu erhalten; besser sind Becken aus weißem Steingut oder Porzellan, welche aber zur Sicherheit gegen Bruch oder sonstige Beschädigung hinreichende Wandstärke erhalten müssen.

Um die Wände gegen das Spritzwasser zu schützen, empfiehlt es sich, diese mit Kacheln oder Platten zu verkleiden oder wenigstens mit einem Zementputz mit Ölfarbenanstrich zu versehen.

Zur Reinigung des Küchengeschirres dienen Spültische, welche am besten rechteckige Grundrißform von 0,6 bis 1,0 m Länge und 0,4 bis 0,6 m Breite mit abgerundeten Kanten und einen flachen Boden erhalten. Neben der Kaltwasserleitung ist eine Leitung für warmes Wasser erforderlich, welches von einer im Küchenherde eingebauten Rohrschlange erzeugt wird und in einen höher liegenden Behälter aufsteigt, von wo es durch eine Leitung dem Spültische zugeführt wird. Ferner kann man Abtropfplatten aus Holz, Metall oder Schiefer anbringen, die entweder mit dem Spültische fest verbunden oder besser zum Aufklappen eingerichtet sind.

Für Waschbecken gilt dasselbe, was über die Ausgüsse gesagt ist.

## b) Fettfänge.

Die Fettfänge dienen dazu, das in dem Abwasser größerer Küchen enthaltene Fett von der Leitung fernzuhalten; sie sind daher namentlich in Gasthofsküchen und Schlächtereien usw. in der Nähe der Eingußstellen einzubauen, damit nicht etwa schon auf dem Wege nach dem Fettfange eine Ausscheidung des Fettes eintritt. Es sind dies eiserne Kästen, welche einen größeren Querschnitt als die Leitung haben, um die Geschwindigkeit des Wassers zu verringern und so das Fett zum Gerinnen zu bringen. Sie erhalten mehrere Zwischenwände, damit das Wasser mehrmals auf- und absteigen muß, wobei sich das geronnene Fett absetzt. Der Deckel muß luftdicht schließen, aber zum Abnehmen eingerichtet sein, damit sie vom Fett gereinigt werden können, was in kurzen Zwischenräumen geschehen muß, um die Entwicklung üblen Geruches möglichst zu beschränken. Die Reinigung ist stets lästig, zumal auch jeder Fettfang einen Schlammfang bildet, in welchem sich die durch das Sieb hindurchgelangenden Sinkstoffe ablagern. In manchen Städten macht sich daher eine lebhafte Bewegung der Bewohner gegen die Anordnung von Fettfängen bemerkbar. Abb. 211 zeigt einen Fettfang mit Vorreiberschluß, Abb. 212 einen nach den Vorschriften des preuß. Kriegsministeriums hergestellten Fettfang.

Erhalten mehrere Küchen einen gemeinschaftlichen Fettfang, so wird dieser unmittelbar am Fuße des Küchenfallrohres eingebaut (Abb. 213), damit sich das Wasser vorher nicht zu sehr abkühlt. Andere Abwässer, namentlich von Spülaborten und Badewannen, dürfen nicht durch die Fettfänge geleitet werden, weil die Auswurfstoffe von ihnen fernzuhalten sind, Badewasser aber würde wegen seiner Menge und Wärme die Abscheidung des Fettes beeinträchtigen.

In Betrieben, in denen sehr viel Fett abzuführen ist, z. B. in Wurstküchen, empfiehlt es sich, mehrere Fettfänge hintereinander einzulegen oder den Fußbodeneinlauf zugleich als Fettfang auszubilden, um eine mögliche Sicherheit

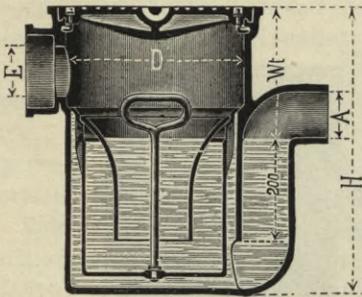


Abb. 211.

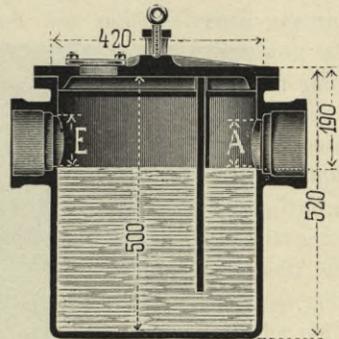


Abb. 212.

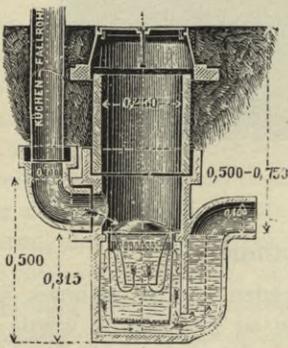


Abb. 213.

für die Zurückhaltung des Fettes zu erzielen. In Abb. 214 ist eine solche Anordnung für eine Wurstküche und andere gewerbliche Anlagen gegeben, wie sie von der Geiger'schen Fabrik in Karlsruhe hergestellt wird. Sie besteht aus einer Verbindung

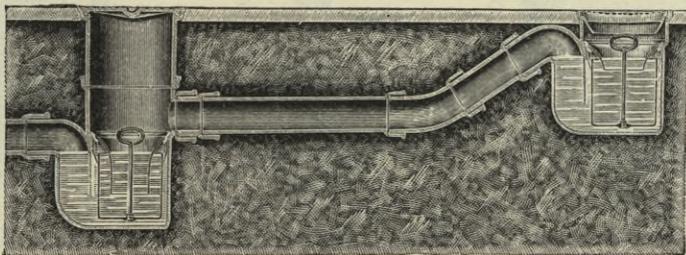


Abb. 214.

des Fettfanges mit einem Haussinkkasten, in welchem letzterem sich die Schlammstoffe ablagern. Die Fettstoffe erkalten auf dem Wege durch das Verbindungsrohr und setzen sich im Fettfange ab. Abb. 215 zeigt gleichfalls eine Geiger'sche Anordnung für Küchen, Waschküchen, Stallungen und dgl. Diese Anlage besteht

aus der Verbindung eines Fettfanges mit einem Haussinkkasten. Zur leichteren Reinhaltung des Verbindungsrohres zwischen beiden ist ein Putzrohrstück eingeschaltet. Der Fettfang kann auch, wenn er, wie im vorliegenden Falle, außerhalb des Gebäudes liegt, als Hofsinkkasten Verwendung finden, indem man statt eines Deckels ein Einlaufgitter aufsetzt.

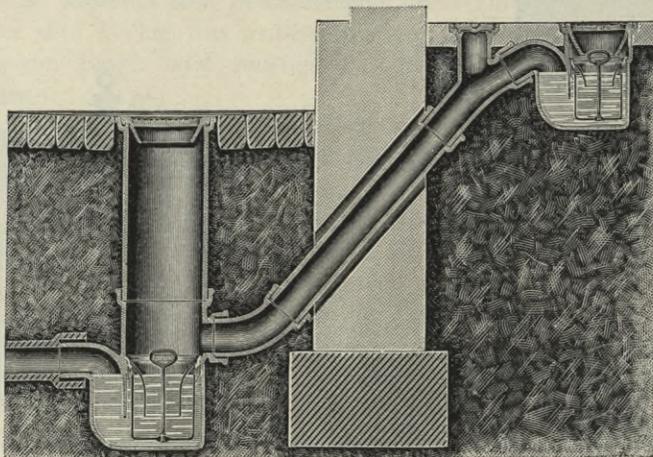


Abb. 215.

### c) Pissoire und Spülaborte.

Diese können nur ganz kurz behandelt werden, da ein näheres Eingehen mit Rücksicht auf die zahlreichen Konstruktionen zu weit führen würde.

**Pissoire** werden mit Becken (Abb. 216) oder Rinnen mit Fußbodeneinlauf ausgestattet. Die Becken bestehen aus Porzellan, Steingut oder Gußeisen mit Schmelzüberzug und erhalten einen Sicherheitsüberlauf.

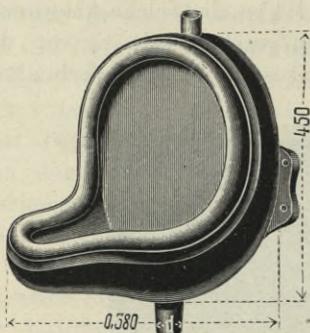


Abb. 216.

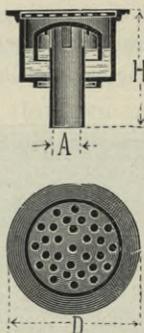


Abb. 217.

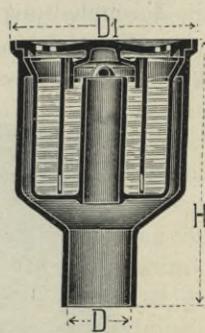


Abb. 218.

Der Fußboden von Massenpissoiren ist wasserdicht herzustellen und erhält Gefälle nach einem Einlauf mit Geruchverschluß (Abb. 217). Noch besser ist der, ebenso wie der vorstehende von der Halbergerhütte hergestellte Pissoirsinkkasten mit Öl- oder Wasserverschluß (Abb. 218). Durch Abheben des Rostes bzw. Eimers liegt die Abflußleitung frei, so daß alle Einzelteile leicht gereinigt werden können. Der Sinkkasten kann für Trockenpissoire wie auch für solche mit Wasserspülung

verwendet werden. Ein Absaugen des Öl- bzw. Geruchverschlusses ist fast gänzlich ausgeschlossen. Der Ölverschluß wird im äußeren Teile des Eimers gebildet, so daß das Öl durch den Abfluß des Wassers nicht mitgerissen werden kann. Auch ein Einfrieren des Geruchverschlusses kann als ausgeschlossen gelten, da die Ölschicht nach außen abschließt, während der innere Wasserspiegel sowie die Wandung des Eimers von der warmen Kanalluft umspült wird.

Einzelne Pissoirbecken erhalten einen Geruchverschluß von 30 mm Weite, zur Spülung dient ein in genügender Höhe angebrachter Hahn der Wasserleitung. Massenpissoire erhalten gewöhnlich nur einen Geruchverschluß in der gemeinsamen Ableitung von wenigstens 50 mm Weite. Ihre Spülung ist eine selbsttätig ununterbrochene, oder sie erfolgt in regelmäßigen Zwischenräumen.

**Spülaborte.** Die Abflußbedingungen für die Wässer der Spülaborte sind wesentlich verschieden von denen der Küchenleitungen. Ein Sieb muß natürlich fortfallen, auch ist die Selbstreinigung des Verschlusses unerlässlich, so daß also nur bogenförmig gestaltete Verschlußformen in Betracht kommen. Fallrohre und Verschlüsse müssen der abzuführenden Stoffe wegen größeren Querschnitt erhalten. Letzteren gibt man eine Weite von 70 bis 100 mm und eine Höhe von 50 mm; sie werden durch eine feste Zunge des entsprechend gestalteten Beckens gebildet.

Die Spülaborte bestehen aus Porzellan, hell glasiertem Steingut oder Gußeisen mit Schmelzübergug. Die Becken stehen frei, der Sitz ist zum Aufklappen eingerichtet. Auf die verschiedenen Konstruktionen kann nicht weiter eingegangen werden. Eine kastenförmige Umschließung des Beckens ist nachteilig, weil sich in ihr stets Schmutz ansammelt und mit der Zeit üble Gerüche entstehen, zumal eine Reinigung und Lüftung des Raumes zwischen Kasten und Becken schwer ist. Auch ein Deckel auf dem Sitze ist überflüssig, weil das Becken stets rein ist. Holz (hart und poliert oder gefirnißt) soll nur zum Sitze verwendet werden. Der Fußboden ist möglichst undurchlässig (Estrich oder Fliesenbelag) herzustellen. Die Aufstellung des Abortes ist so zu bewirken, daß an keiner Stelle zwischen Wand und Becken Winkel vorhanden sind, die der Reinigung unzugänglich sind. Auf gute Beleuchtung durch leicht zu öffnende Fenster mit matter Verglasung ist Bedacht zu nehmen, auch sollen die Wände hell angestrichen sein, damit stets frische Luft leicht eingelassen und jede Unreinlichkeit sofort bemerkt werden kann.

Häufig findet man die Aborte in Badezimmern aufgestellt, was sich jedoch nicht empfiehlt, da sie dann während des Badens nicht benutzt werden können.

Die Spülung darf nicht unmittelbar durch die Wasserleitung erfolgen, damit ein Zurücktretten von Abwasser in diese mit Sicherheit vermieden wird. Es wird daher ein hoch angebrachter Spülbehälter von 8 bis 12 l Inhalt benutzt. Die Einmündung der Wasserleitung in diesen Behälter wird, sobald er nach Benutzung wieder gefüllt ist, durch einen Schwimmkugelhahn selbsttätig geschlossen. Die plötzliche Entleerung des Spülkastens zur Reinigung des Beckens erfolgt meistens dadurch, daß durch einen Kettenzug oder durch eine Hebelbewegung die Spülung ausgelöst wird. Die abfließende Spülwassermenge ist stets gleich groß, nämlich gleich dem Fassungsraume des Behälters. Mitunter erfolgt auch die Spülung lediglich durch Benutzung des Abortes, also ohne besonderen Handgriff. Ferner gibt es Konstruktionen, bei denen die Vornahme der Spülung, wie im erstgenannten Falle (Kettenzug), gleichzeitig aber auch deren Dauer dem Ermessen des Spülenden überlassen ist, offenbar also die mangelhafteste Einrichtung. Eine letzte Art ist endlich die, bei welcher die Spülung ohne Rücksicht auf die Benutzung selbsttätig in bestimmten von der Zuflußmenge abhängigen Zwischenpausen erfolgt.

Abb. 219 zeigt eine der gebräuchlichen Einrichtungen, bei welcher die Spülung durch Kettenzug erfolgt. Die gehobene und wieder zurücksinkende Glocke des Behälters wirkt wie ein Pumpenkolben; das Wasser hebt sich unter der Glocke bei deren Zurücksinken, da ihm der ziemlich dichte Anschluß der Glocke an den unteren Teil des Behälters das seitliche Ausweichen erschwert. Einzelheiten des Schwimmerventiles waren bereits in einigen Abbildungen des Teiles II „Wasserversorgung“ gegeben. — Die Zahl der Konstruktionen ist außerordentlich hoch, so daß dieses Beispiel genügen möge.

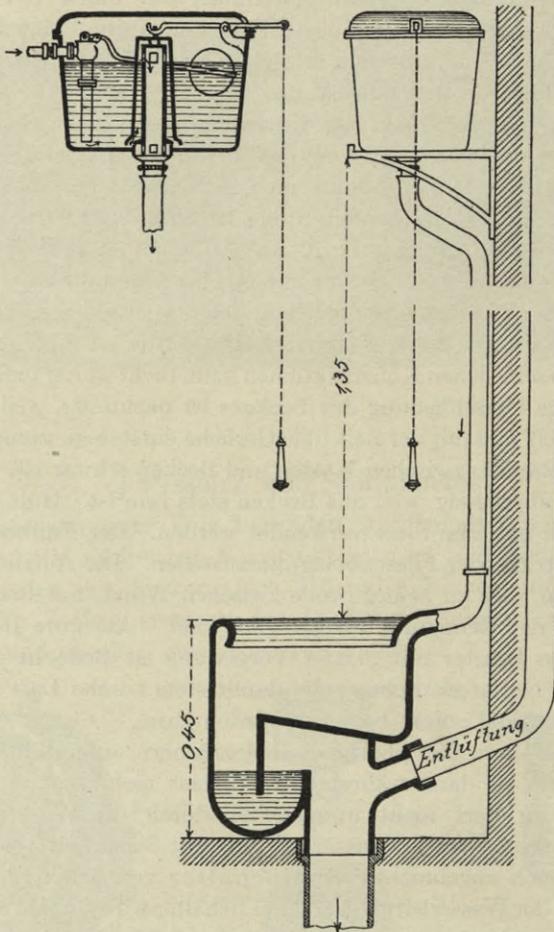


Abb. 219.

In Schulen, Krankenhäusern, Kasernen usw. kann die Spülung einer Anzahl nebeneinander liegender Aborte durch einen gemeinsamen Spülbehälter erfolgen, wie dies Abb. 220 zeigt. Die Spülung dieser von der Halbergerhütte hergestellten Anlage erfolgt für alle Becken gleichzeitig in gewissen Zwischenräumen. Dabei werden die einzelnen Becken bis zu einer gewissen Höhe angefüllt, weil der Abfluß durch die in dem hochsteigenden Sammelrohre und dem Geruchverschluss eingeschlossene Luft verschlossen gehalten wird. Die Wassersäule im Becken verdrängt die Luft, es entsteht eine Heberwirkung, Becken und Sammelrohr werden entleert.

Kurz bevor der Spülapparat sich vollständig entleert, tritt Luft durch das Luft-einlaßrohr, und die Heberwirkung wird aufgehoben. Das noch zuströmende Wasser füllt die Sammelrohrleitung wieder an.

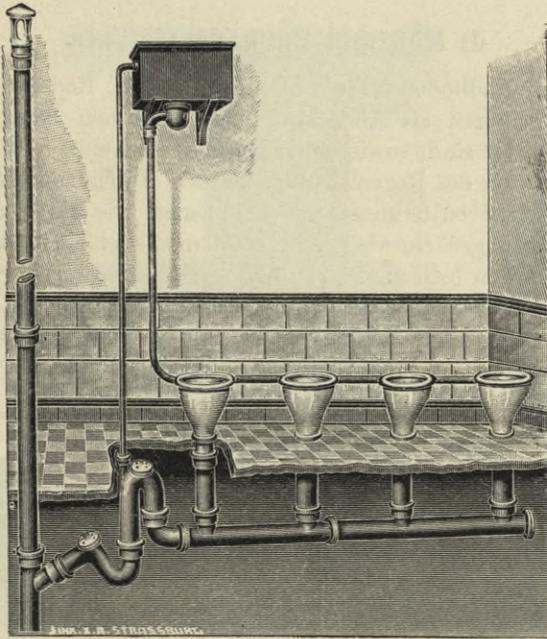


Abb. 220.

Eine selbsttätige Heberklosettleitung derselben Firma zeigt Abb. 221. Auf einem wagerechten Sammelrohre sind auf Verlängerungsstücke f Klosettrichter aus Gußeisen aufgeschraubt. Das eine Ende des Sammelrohres wird durch Flanschen geschlossen gehalten; nach dem Kanalanschluß geht es in einen Siphon über,

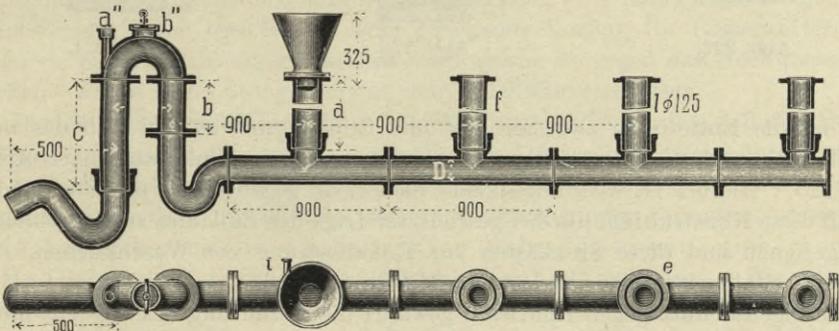


Abb. 221.

der zunächst in die Höhe steigt und durch einen Doppelbogen nach unten fällt. Die Zwischenstücke b und c können beliebig verlängert werden, je nach der Höhe des Abstandes a. Damit die Kanalgase nicht durch den Anschluß e der Luftsaugrohrleitung, welche nach dem Spülkasten geht, gelangen, ist noch ein Siphon vorgeschaltet. An dem Doppelbogen ist eine Reinigungsöffnung angebracht, um jeder-

zeit eine etwaige Verstopfung in den beiden Siphonstücken beseitigen zu können. Der Abstand von Mitte zu Mitte der Klosettrichter beträgt etwa 900 mm, die Lichtweite des Sammelrohres 125 mm, die der Verlängerungsstücke 100 mm.

### d) Hof- und Fußbodeneinläufe.

Alle Hof- und Fußbodeneinläufe in Waschküchen, Baderäumen und gewerblichen Betrieben erhalten als Abdeckung einen eisernen Rost, dessen Schlitzte höchstens 15 mm breit sind, sowie einen Geruchverschluß.

Die zur Ableitung des Regenwassers von den Hofflächen dienenden Hofeinläufe sind nach denselben Grundsätzen konstruiert wie die Straßeneinläufe. Da jedoch die Entwässerungsfläche kleiner ist, so können auch sie in ihren Abmessungen kleiner gehalten werden (etwa 0,25 bis 0,35 m Durchmesser). Sie erhalten einen Schlammfang von mindestens 50 cm Tiefe, der sich in frostfreier Tiefe befinden muß. Der Wasserverschluß soll 100 oder 125 mm weit und mindestens 100 mm hoch sein. Das Herstellungsmaterial ist Zement (Abb. 222) oder Beton (Abb. 223) oder Gußeisen (Abb. 224).

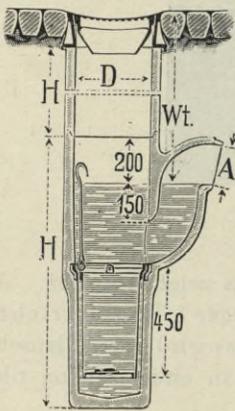


Abb. 222.

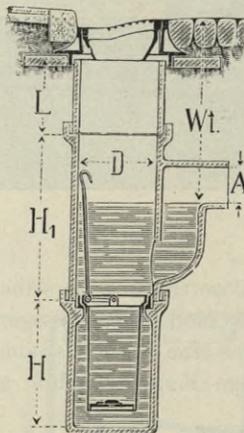


Abb. 223.

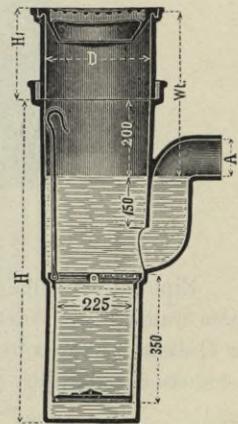


Abb. 224.

Ist die Entfernung zwischen Hof und Straße groß, so daß sich das nötige Gefälle nicht mehr erzielen läßt, so verwendet man einen Sinkkasten nach Art der Abb. 225. Hierbei ist allerdings keine Sicherheit gegen Frost mehr vorhanden, so daß diese Konstruktion nur bei geschützter Lage des Einlaufes zu verwenden ist. Gut geeignet sind diese Sinkkästen zur Entwässerung von Waschküchen, Badezimmer, Stallungen usw., also als Fußbodeneinläufe.

Einigen Schutz gegen Einfrieren gewährt die Berührung des Kastens mit der wärmeren Kanalluft; hiervon ist z. B. bei dem in Abb. 226 gegebenen Sinkkasten der Halbergerhütte Gebrauch gemacht. Dabei hat der Wasserspiegel im äußeren Körper gegen den Wasserspiegel in dem zentral angeordneten Geruchverschluß eine mehr als doppelte Oberfläche, wodurch erreicht wird, daß die warme Kanalluft über eine große Wasserfläche streicht und diese erwärmt, womit bekanntlich auch eine starke Erneuerung des Wasserspiegels im inneren Teile des Sinkkastens verbunden ist, das Einfrieren der Wasserfläche im Sinkkasten also erschwert ist. Ein

Fußbodeneinlauf war schon in Abb. 225 gegeben, in den Abb. 231 und 235 folgen noch einige besondere Konstruktionen.

Ein Badezimmer-Sinkkasten der Halbergerhütte für in Stockwerken gelegene Bade- und Waschräume ist in Abb. 227 dargestellt.

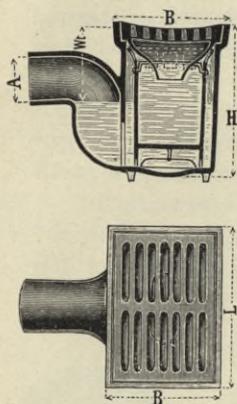


Abb. 225.

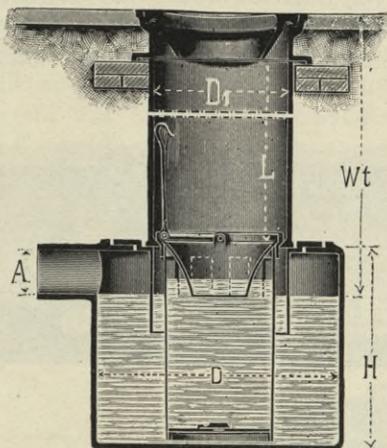


Abb. 226.

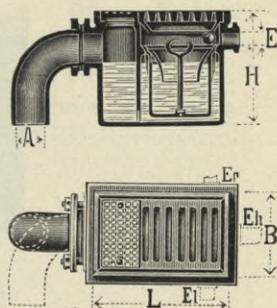


Abb. 227.

### III. Hochwasser- und Rückstauverschlüsse.

#### a) Allgemeines.

Nicht in allen Fällen läßt sich bei Eintritt von starkem Regen ein Rückstau des Kanalwassers aus der Straßenleitung nach den Grundstücksentwässerungen vermeiden. Bei Neubauten, welche erst nach Fertigstellung der Kanalisation entstehen, läßt sich das einigermaßen erreichen. In älteren Gebäuden sind jedoch mitunter Räumlichkeiten zu finden, welche mit ihrem Fußboden zwar über der Kanalsohle liegen, deren rückstaufreie Entwässerung aber nicht mehr möglich ist. In regenfreien Zeiten besitzen sie wohl genügende Vorflut, für Regenwetter aber müssen sie mit Vorrichtungen versehen sein, welche sie gegen das Hochwasser abschließen. Diese Vorrichtungen nennt man **Rückstauverschlüsse**.

Die Rückstauverschlüsse müssen jedoch so angebracht werden, daß sie während des Regens nicht auch die Abführung des übrigen Abwassers zeitweise unterbrechen, aber auch möglichst wenig Wasser durch die Stauvorrichtungen führen und so Ablagerungen in ihnen, welche ihre sichere Wirkung hindern könnten, vermeiden. Sie dürfen daher nur in die bedrohten Nebenleitungen, nicht aber in die Hauptleitung des Grundstückes eingebaut werden. Wo letzteres geschehen würde, könnte sich das Wasser, welches während der Regenzeit in die übrigen Einläufe der abgeschlossenen Einläufe gelangt, hinter dem Abschlußpunkt aufstauen und schließlich durch die bedrohte Einlaufsstelle austreten.

Man unterscheidet selbsttätig wirkende und von Hand zu bedienende Rückstauverschlüsse. Die zahlreichen Konstruktionen sind in der Mehrzahl mit Verschlussschwimmern oder mit Klappen ausgestattet.

### b) Selbsttätig wirkende Verschlüsse.

Die selbsttätig wirkenden Rückstauverschlüsse haben den Vorteil, daß sie auch bei Abwesenheit oder Unachtsamkeit der Hausbewohner in Wirksamkeit treten. Dem steht aber der Nachteil entgegen, daß diese Wirksamkeit nicht immer unbedingt sicher ist. Die von Hand zu bedienenden Rückstauverschlüsse dagegen schließen dicht, erfordern aber bei jedem Regenfall rechtzeitige Bedienung. Es ist daher zweckmäßig, je einen dieser beiden Verschlüsse hintereinander an der erwähnten Stelle einzubauen.

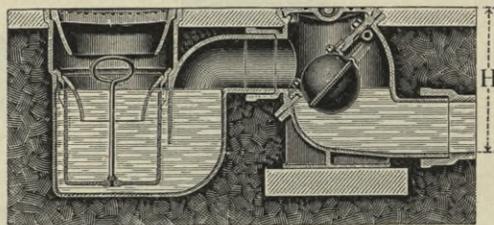


Abb. 228a.

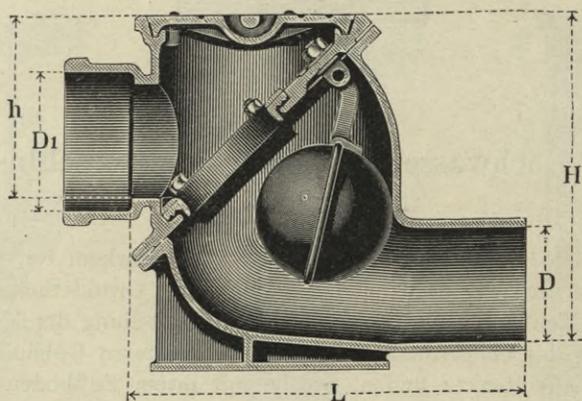


Abb. 228b.

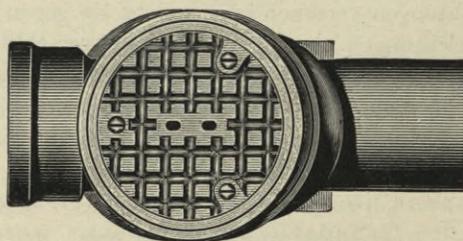


Abb. 228c.

Die selbsttätig wirkenden Verschlüsse bestehen, wie erwähnt, aus Schwimmkugeln oder Klappen, welche sich unter dem Drucke des Rückstaus von der Straßenleitung her gegen Dichtungsflächen der Abwasserleitung legen und diese auf solche Weise abschließen.

Abb. 228 a—c zeigt einen solchen Verschuß der Geiger'schen Fabrik („System Lassen“). Die Schwimmkugelklappe besteht aus einer, in gußeisernem

Gehäuse an einem kurzen Scharnierhebel aufgehängten Schwimmerkugel, welche sich bei normalem Wasserstande weit genug von der an der Zwischenwand des Gehäuses angebrachten Ablauföffnung entfernt hält, um dem Abwasser freien Durchlaß zu gewähren, bei eintretendem Rückstau jedoch vom Wasser gehoben und dicht gegen den in der Ablauföffnung angeordneten Dichtungsring aus Gummi angepreßt wird. — Der von einem Eisenring gehaltene Gummiring ist mit einer biegsamen Manschette versehen, welche sich der Schwimmerkugel leicht anschmiegt und dadurch den vollkommen wasserdichten Abschluß herbeiführt. — Das Gehäuseinnere ist durch ein mit Schraubenverschlußdeckel versehenes Handloch zugänglich, damit der Gummiring ausgewechselt werden kann. Diese Abschlußvorrichtung kann, wie die Abbildung zeigt, sowohl an gußeiserne Haussinkkasten direkt angeschlossen, wie auch in die Kanalleitung eingeschaltet werden.

Ablagerungen an den Dichtungsflächen oder Kugeln können die sichere Tätigkeit derartiger Verschlüsse in Frage stellen. Deshalb darf die Rückstauvorrichtung für gewöhnlich möglichst wenig in das lichte Profil der Ableitung hineinreichen, und diese muß ganz glatt durchgehen.

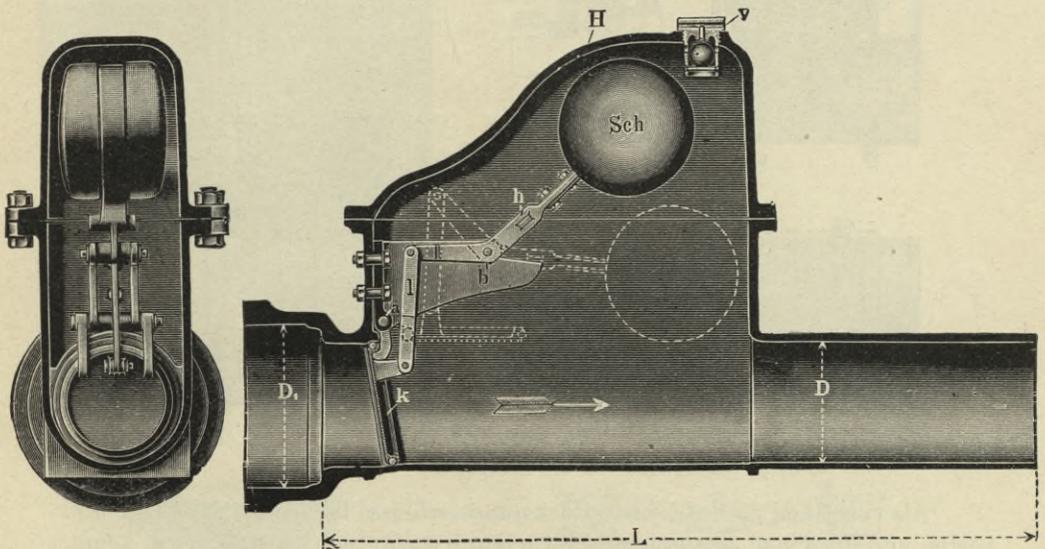


Abb. 229.

Die beste Konstruktion in dieser Hinsicht ist der Kanal-Rückstauverschluß „Patent Liese“ der Firma Bopp & Reuther, Mannheim - Waldhof, welcher in Abb. 229 gegeben ist. Das Gehäuse für den Abschluß der Klappe ist als glatt durchgehendes Rohr gebildet, so daß also keine Ansätze oder Verengungen vorhanden sind; die Klappe samt ihren Steuerungsgliedern befindet sich beim Abfluß des Wassers bzw. bei normalem Betriebe in einer über dem Rohrquerschnitt angeordneten Kammer H. Der Rohrquerschnitt ist in seiner vollen Fläche freigegeben, so daß weder der Durchfluß noch die Reinigung des Abflußkanales bei diesem Rückstauverschluß behindert wird. Die glatte Durchführung der Rohrsohle verhindert das Festhängen von abfließenden Fäkalien, Papier und sonstigen groben Abflußstoffen. Der Schwimmer ist aus Glas, kann also nicht oxydieren oder undichtwerden; die ganze Inneneinrichtung besteht aus Metall. Eine Reinigung ist jederzeit

leicht möglich, da der Rohrquerschnitt bei geöffneter Klappe ganz frei liegt. — Die das Kanalrohr abschließende, bei a drehbar gelagerte Klappe K ist mit dem um Bolzen b drehbaren Schwimmerhebel h mittelst der Gelenke l verbunden. Bei normalem Betriebe befindet sich die Klappe mit ihren gesamten Steuerungsgliedern in dem auf dem Durchgangrohr angeordneten Kasten H (punktierte Stellung). Ein auf dem Kasten angebrachtes Ventil v dient zum Ein- und Auslassen der Luft. — Die Wirkungsweise ist folgende: Tritt Hochwasser bzw. Rückstau im Kanalrohre ein, so steigt das Wasser auch in dem Kasten H, treibt die Luft durch Ventil v aus und hebt den bisher in der punktierten Stellung befindlichen Schwimmer Sch.

Die Schwimmerbewegung wird durch die Hebel auf die Klappe k übertragen und diese gegen den Rücklauf des Wassers geschlossen. Bei Aufhören des Rückstaus sinkt der Wasserspiegel im Kasten H infolge Abflusses wieder und damit auch der Schwimmer, die Klappe wird geöffnet und geht in die punktierte Stellung zurück. Der Pfeil gibt die Richtung des Wasserabflusses an.

Einen Klappenverschluß endlich zeigt Abb. 230.

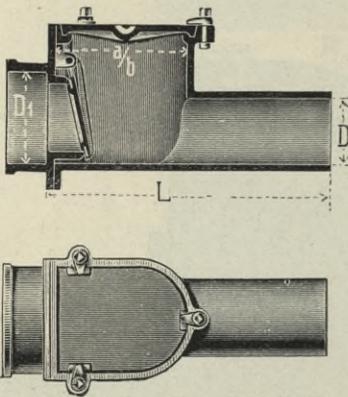


Abb. 230.

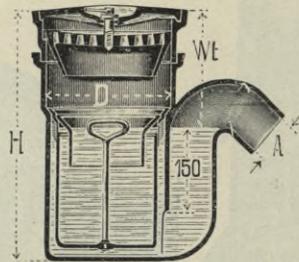


Abb. 231.

### c) Von Hand zu bedienende Verschlüsse.

Als von Hand zu bedienende Rückstauverschlüsse können auch die auf Sinkkasten und Fettfänge aufzuschraubenden Hochwasserabschlußdeckel benutzt werden. Eine derartige Anordnung der Halbergerhütte zeigt Abb. 231. Damit bei plötzlich eintretendem Hochwasser keine Überschwemmung eintreten kann, wird der Sinkkasten durch einen Deckel mittels umlegbarer Bügelschraube verschlossen gehalten. Nur beim Ablassen des Schmutzwassers wird der Deckel vorübergehend abgenommen.

Handzugschieber nach Abb. 232 sind bequemer zu bedienen, ebenso Spindelschieber nach Abb. 233. Auch sie werden gewöhnlich verschlossen gehalten, wenn die Einläufe nur zu gewissen Zeiten, wie in Waschküchen, benutzt werden, und nur während des Gebrauches geöffnet.

### d) Vereinigung von selbsttätigen und Handverschlüssen.

Beide Arten von Rückstauverschlüssen sind auch in einer Konstruktion vereinigt worden.

So zeigt Abb. 234 eine Rückstauklappe mit Feststellvorrichtung. Von sichererer

Wirkung ist der in Abb. 235 a u. b gegebene Rückstauverschluß, der wie der letztgenannte von der Halbergerhütte geliefert wird. Bei diesem, „System Oesterreicher“, ist ein doppelter Verschluß an einem Fußbodeneinlauf angebracht. Der selbsttätige Verschluß wird durch eine Schwimmkugel bewirkt, der Handverschluß erfolgt durch Niederschrauben der den Wasserverschluß bildenden Glocke bis auf den Ablaufstutzen; die Dichtung wird durch eine Lederscheibe bewirkt. Abb. 235 b zeigt den Verschluß in geschlossenem Zustande.

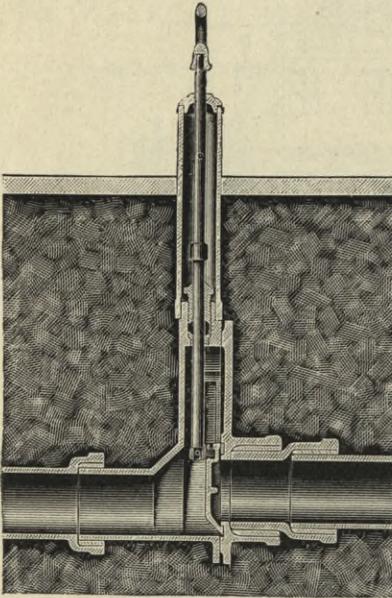


Abb. 232.

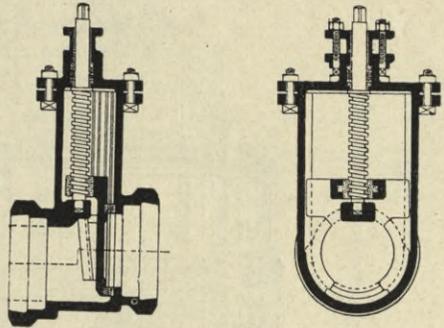


Abb. 233.

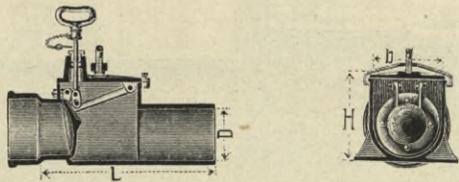


Abb. 234.

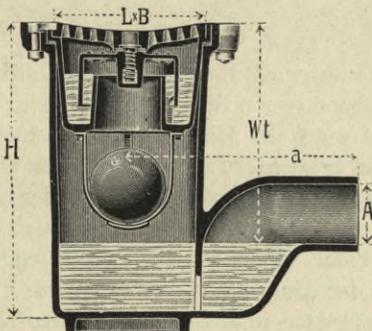


Abb. 235a.

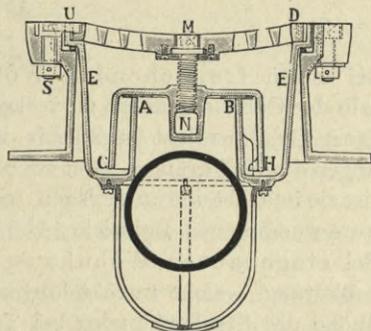


Abb. 235b.

#### IV. Allgemeine Anordnung der Hausentwässerungen.

Der Rohrstrang, welcher das Grundstück mit dem Straßenkanal verbindet und das Küchen-, Abort-, Bade- und oft auch das Hofwasser, sowie einen Teil des Dachwassers aufnimmt, heißt die Anschlußleitung (Stammleitung, Hauptableitung,

Hausleitung). In sie münden die verschiedenen Zweigleitungen (Nebenleitungen, Nebenableitungen), welche die von oben kommenden Fallrohre (Hauptfallrohre) aufnehmen, denen das Wasser der Einlaufstellen unmittelbar oder durch Schrägleitungen zufließt. Die von letzteren ausgehenden Fallrohre nennt man Nebenfallrohre. Oft auch nennt man „Anschlußleitung“ nur den auf der Straße liegenden Teil, während der auf dem Grundstück liegende „Grundleitung“ heißt.

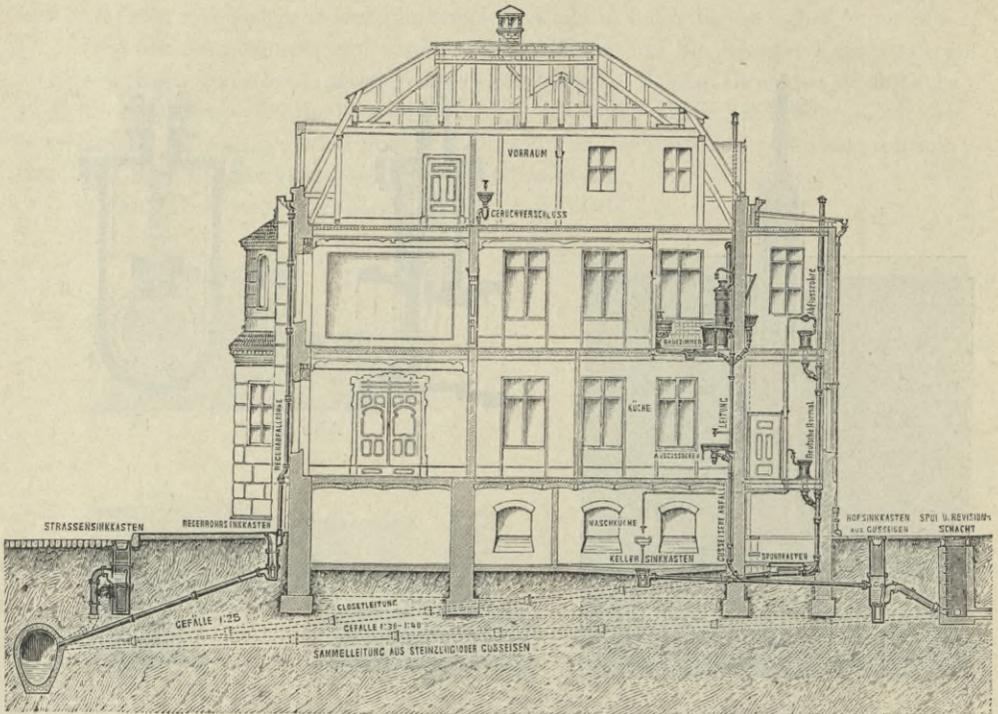


Abb. 236.

Bei einem freistehenden Wohnhause wird man die Anschlußleitung außerhalb der Gebäudemauern zu verlegen suchen, wenn dies nicht mit Mehrkosten oder einem Gefälleverlust verknüpft ist, da man bei Untersuchungen und Ausbesserungen die Kellerräume nicht zu betreten braucht. In den erwähnten anderen Fällen ist sie im Gebäude zu verlegen, wie dies bei dem, dem Musterbuche der Halbergerhütte entnommenen Beispiele (Abb. 236 und 237) geschehen ist.

Bei eingebauten Wohnhäusern (Tafel VI) wird das Sohlgefälle der Anschlußleitung, welche zweckmäßig unter der Durchfahrt verlegt wird, aus der Spiegelhöhe des Straßenkanals bei Trockenwetter und aus der Bedingung, daß der Anschluß der Hofeinläufe frostfrei liegen soll, bestimmt. Der Querschnitt dieser Leitung richtet sich nach der abzuführenden Regenwassermenge, doch ist natürlich auch der Brauchwassermenge Rechnung zu tragen. Gewöhnlich reicht ein Querschnitt von 0,15 m Durchmesser aus. Bei geringem Spiegelgefälle kann aber auch ein solcher von 0,20 m nötig werden, wenn es sich in diesen Fällen nicht als zweckmäßiger erweist, zwei Anschlußleitungen herzustellen.

Die Anschlußleitung wird, soweit sie in der Straße und auf dem Hofe liegt,



Abschluß der Fallrohrmündungen im unteren Teile des Hauskanales durch ein Gebläse Rauch eintreibt, dessen Entweichen durch Sichtbarkeit und Geruch undichte Stellen verrät. Der Rauch kann durch Verbrennen von Teerpapier und Schwefel erzeugt werden.

## V. Entwurf.

Die zu dem Entwurfe für eine Grundstücksentwässerung erforderlichen Pläne umfassen:

1. einen Entwässerungsplan oder Übersichtsplan, im Maßstabe 1 : 250 oder 1 : 500, mindestens aber 1 : 1000;
2. die Grundrisse der in Betracht kommenden Geschosse im Maßstabe 1 : 100 (für gleichartige Geschosse genügt ein Grundriß);
3. die nötigen Schnitte im Maßstabe 1 : 100;
4. mitunter auch Einzelzeichnungen für Spülaborte und Spülbehälter im Maßstabe 1 : 10.

Aus dem Entwurfe müssen Lage, Gefälle, Länge, Abmessungen und Baustoff der Entwässerungs- und etwaiger Lüftungsleitungen, ferner alle Einläufe, Geruchverschlüsse, Fettfänge, Hochwasserverschlüsse und Putzöffnungen ersichtlich sein.

Steinzeugröhren sind braun, eiserne Röhren blau, Bleiröhren gelb, Zinkröhren grau, alles Bestehende schwarz auszuziehen. In Fortfall kommende Leitungen sind rot zu durchkreuzen.

Alle Höhenangaben sind auf einen bekannten Nullpunkt zu beziehen.

Die Zeichnungen müssen mit Maßstab versehen sein und die Namen des Eigentümers und Unternehmers tragen.

## VI. Kostenanschlag.

Die genauen Kosten einer Grundstücksentwässerung können nur durch einen an Hand der Entwurfszeichnung angefertigten Kostenanschlag ermittelt werden.

Für die Kostenberechnung können nachstehende dem Werke von Frühling „Die Entwässerung der Städte“ (Handbuch der Ingenieurwissenschaften, III. Teil, 4. Bd.) entnommene Angaben zugrunde gelegt werden:

### 1. Kosten außerhalb des Hauses.

Die Kosten der aus Tonrohren mit Asphaltichtung hergestellten Anschlußleitung einschl. Aufbruch und Wiederherstellung der Straßendecke betragen bei 0,15 m Weite und 2 m Tiefe 7 bis 8 M, bei 3 m Tiefe 8 bis 9 M für 1 m Länge. Bei Durchmessern von 0,125 und 0,1 m vermindern sie sich um 0,40 bzw. 0,70 M, während sie sich durch Mitverlegung einer Sickerleitung von 0,05 m Weite um 0,40 bis 0,50 M erhöhen. Die Verlegung eines besonderen Sickerstranges entlang den Grundmauern des Hauses stellt sich auf 3 bis 4,5 M für 1 m Länge.

Ein einfacher Regenrohranschluß, ohne Schlammfang und Wasserverschluß, jedoch unter Verwendung eines kurzen gußeisernen Anschlußrohres kostet 8,50 bis 11 M je nach der Weite des Fallrohres (10 bis 15 cm); für je 1 m größerer Länge des Gußrohres vermehren sich die Kosten um 7 bis 11 M, bei Einfügung eines Schlammfanges (Sinkkastens) um 10 bis 20 M.

Bezüglich der Preise der Hofeinläufe, der Einläufe für überdeckte Räume (Stallungen, Flure) und Fettfänge sei auf die Preisverzeichnisse der mehrfach genannten Firmen verwiesen.

## 2. Kosten innerhalb des Hauses.

1 m fertige Abflußleitung aus Gußeisen in der vom Verbands Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine vorgeschlagenen Wandstärke kostet einschl. der Verbindungen, Bögen und sonstigen Formstücke:

bei	15	12,5	10	7	5 cm Durchmesser
etwa	10	8,40	7	5,80	5 M

1 m Bleiabflußrohr von 5 und 6,5 cm Weite kostet etwa 4 und 5 M.

Ein Spülabort einfachster Art mit Becken und Geruchverschluß aus Gußeisen mit Schmelzüberzug und Sitz aus poliertem Kiefernholz mit einer durch unmittelbaren Anschluß an die Wasserleitung bewirkten Spülung kostet etwa 40 M, bei Becken aus glasiertem Feuerton und mit einem Sitz aus besserem Holze etwa 20 bis 35 M mehr. Eine bessere Ausstattung erfordert 120 bis 150 M.

Küchenausgüsse aus Gußeisen mit Schmelzüberzug kosten je nach Größe und Ausstattung 8 bis 40 M, der zugehörige S-förmige Geruchverschluß von 5 cm Weite aus gepreßtem Blei 2,5 bis 4 M, aus Gußeisen 3,5 bis 6 M, die Verbindung mit dem Fallrohre 3 bis 10 M mehr, je nach Länge der Schrägleitung. Bei Hinzufügung eines Spültischbeckens (welches dann meistens mit einer Warmwasserzuleitung versehen wird) erhöht sich der Preis um 15 bis 40 M und steigt bei Ausführung in weiß glasiertem Feuertone oder Porzellan auf das 1½- bis 2fache.

Eine Zinkbadewanne mit eingelegtem Holzboden und Abflußventil aus Messing kostet 60 bis 90 M, eine Wanne aus Gußeisen mit Schmelzüberzug 30 M mehr, der Badeofen je nach Ausstattung und Größe 120 bis 200 M, die Leitungen zwischen Ofen und Wanne mit Hähnen und Brause 50 bis 70 M.

Ein Waschtrog für die Waschküche aus Gußeisen mit Schmelzüberzug erfordert bei 1 m Länge 30 bis 40 M, hinzu kommt noch der Bodenausguß. Ein Handwaschbecken aus gleichem Stoffe in einfachster Ausführung kostet 8 bis 12 M, ein Kippwaschbecken 15 bis 20 M; bei Verwendung von Porzellan 5 bis 10 M mehr. Bei Waschtischen mit Warmwasserzuleitung steigen die Kosten auf 50 M und darüber für jedes Becken.

Die Preise für Wasserverschlüsse, Bodenausgüsse usw. findet man in den Preisverzeichnissen der erwähnten Firmen.

Für Überschlüge kann man einschl. aller Nebenanlagen nach der Kopffzahl der Hausbewohner 50 M auf 1 Kopf, nach der Gesamtlänge der Ableitung und des Fallrohres 15 M für 1 m Länge oder von der Bausumme des Hauses 2 % für die Entwässerungsanlage rechnen.



der letzteren halbiert und die hierdurch gefundenen Teilungspunkte in den einzelnen Blöcken geradlinig verbunden, wie es Abb. 238 zeigt.

Dadurch ergeben sich die Flächen I und IV in Straße A B C, II und III in Straße D B. Ihr Inhalt wird, wenn nötig, in Dreiecke zerlegt und rechnerisch, wie folgt, gefunden:

$$\text{Fläche I} = \left( \frac{89 \cdot 41}{2} + \frac{72 \cdot 38}{2} \right) \text{qm} = 0,32 \text{ ha}$$

$$\text{Fläche II} = \frac{78,0 \cdot 28,0}{2} \text{qm} = 0,11 \text{ ha}$$

$$\text{Fläche III} = \frac{78,0 \cdot 30,0}{2} \text{qm} = 0,12 \text{ ha}$$

$$\text{Fläche IV} = \left( \frac{131,0 \cdot 33,0}{2} + \frac{100,0 \cdot 27,0}{2} \right) \text{qm} = 0,35 \text{ ha.}$$

Da geschlossene Bebauung mit 300 Einwohnern auf 1 ha vorliegt, so ergibt sich bei einem Tagesverbrauch von 100 l für 1 Kopf eine Brauchwassermenge für 1 ha von (vgl. S. 4):

$$\frac{100}{10} \cdot \frac{300}{60 \cdot 60} = 0,834 \text{ sl} = \sim 1 \text{ sl.}$$

Bei 36 mm Regenhöhe in 1 Stunde beträgt die stündliche Regenmenge für 1 ha

$$R_1 = 0,036 \cdot 100 \cdot 100 = 360 \text{ cbm} = 360\,000 \text{ l}$$

mithin die sekundliche Regenmenge

$$R_2 = \frac{360\,000}{60 \cdot 60} = 100 \text{ sl/ha.}$$

Hierbei ist noch die *Versickerung* zu berücksichtigen. Bei enger Bebauung mit gut gepflasterten Straßen ist der Versickerungswert  $\psi = 0,8$ , so daß man für die Regenmenge mithin erhält

$$R = \psi \cdot R_2 = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ sl}$$

Zum Abfluß gelangen also von

$$\begin{array}{r} \text{Fläche I} = 81,0 \cdot 0,32 = 25,9 \text{ sl} \\ \text{,, II} = 81,0 \cdot 0,11 = 8,9 \text{ sl} \\ \text{,, III} = 81,0 \cdot 0,12 = 9,7 \text{ sl} \\ \text{,, IV} = 81,0 \cdot 0,35 = 28,4 \text{ sl} \\ \text{zusammen} = 72,9 \text{ sl} \end{array}$$

Im Punkte B hat demnach die Leitung

$$25,9 + 8,9 + 9,7 = 44,5 \text{ sl}$$

und im Punkte C 72,9 sl abzuführen.

## 2. Bestimmung des Gefälles.

Das absolute Gefälle ergibt sich aus der Wasserspiegelordinate an der Einmündung in den Hauptsammler + 92,650 und aus der Bedingung, daß der Scheitel des Rohres am höchsten Punkte der Leitung noch 80 cm unter der Straßenkrone liegen soll, also auf

$$+ 94,00 - 0,80 = + 93,200,$$

zu

$$h = + 93,200 - 92,650 = 0,550 \text{ m.}$$

Die Länge der Leitung A C beträgt  $l = 220 \text{ m}$ , so daß man für das relative Gefälle erhält:

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,550}{200} = \frac{1}{400} = 2,5 \text{ ‰.}$$

Die Entfernung des Anfangspunktes der Leitung in A von der Einmündung der östlichen Nebenleitung in B beträgt  $85,00 \text{ m}$ ; die Wasserspiegelordinate an dieser Stelle ist mithin:

$$93,200 - 85,00 \cdot \frac{2,5}{1000} = 93,200 - 0,213 = + 92,987.$$

Die Leitung über die Straße bei B hat  $9,00 \text{ m}$  Länge. Die Wasserspiegelordinate an dieser Stelle ist also:

$$92,987 - 9,00 \cdot \frac{2,5}{1000} = 92,987 - 0,022 = + 92,965 \text{ }^1)$$

Die Straßenoberkante im Punkte D liegt auf  $+ 94,410$ , der Scheitel der hier beginnenden Leitung  $80 \text{ cm}$  tiefer, also auf der Ordinate

$$94,410 - 0,800 = 93,610;$$

da die Leitung  $70 \text{ m}$  lang ist, so ist mithin das Gefälle

$$J_1 = \frac{93,610 - 92,987}{70} = \frac{0,623}{70} = 1 : 112.$$

$$J_2 = \frac{93,610 - 92,965}{70} = \frac{0,645}{70} = 1 : 109.$$

### 3. Berechnung der Leitung.

Strecke A B. Die bis zum Punkte B abzuführende Wassermenge (von Fläche I) ist ermittelt zu  $25,9 \text{ sl}$ ; das Gefälle zu  $J = 2,5 \text{ ‰}$ . man erhält also für den Durchmesser der Leitung aus Tabelle I

$$d = 0,30 \text{ m.}$$

Ein solches Rohr würde unter den gegebenen Verhältnissen  $42 \text{ sl}$  bei einer Geschwindigkeit  $v = 0,60 \text{ m/sek}$  abführen können.

Strecke D B (östliche Nebenleitung). Sie hat das Wasser von Fläche II abzuführen. Ermittelt wurden  $8,9 \text{ sl}$  und ein Gefälle  $J_1 = 1 : 112$ . Ein Tonrohr mit  $d = 0,15 \text{ m}$  würde genügen, doch wendet man zweckmäßig Tonrohre unter

$$d = 0,20 \text{ m}$$

nicht an, weshalb dieser Querschnitt gewählt werden soll.

<sup>1)</sup> Hier läßt sich leicht eine Gegenrechnung zur Prüfung anschließen. Die gesamte Länge der Leitung beträgt  $220 \text{ m}$ ; die vorgenannte Strecke ist  $85 + 9$ , die verbleibende Strecke B C also  $(220 - 85 - 9) = 126 \text{ m}$  lang. Ist fehlerfrei gerechnet, so muß im vorliegenden Falle die Gleichung:

$$92,965 - 126 \cdot \frac{2,5}{1000} = 92,650$$

stattfinden:

$$92,965 - 0,315 = 92,650.$$

Strecke DB (westliche Nebenleitung). Die Wassermenge von Fläche III beträgt 9,7 sl, das Gefälle 1 : 109. Auch hier wird aus gleichem Grunde ein Tonrohr mit

$$d = 0,20 \text{ m}$$

gewählt.

Strecke bei B über die Straße. Abzuführen ist das Wasser von Fläche I und II, also

$$25,9 + 8,9 = 34,8 \text{ sl}$$

bei einem Gefälle 2,5 ‰. Mithin genügt noch das Tonrohr mit

$$d = 0,30 \text{ m.}$$

Strecke BC. Im Punkte B hat die Leitung eine Wassermenge von 44,5 sl abzuführen, welche bis zum Punkte C auf 72,9 sl anwächst. Das Gefälle ist 2,5 ‰. Im Punkte C muß demnach die Leitung einen Durchmesser

$$d = 0,40 \text{ m}$$

erhalten. Bei diesem Querschnitte kann eine Wassermenge von 94 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 0,75 \text{ m}$  abgeführt werden. Für eine Wassermenge von 44,5 sl würde aber ein Rohr vom Durchmesser

$$d = 0,35 \text{ m}$$

genügen, welches 65 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 0,68 \text{ m}$  abführen kann. Es fragt sich nun, wie weit dieses Rohr benutzt werden kann. Ein Beispiel für eine derartige Rechnung war schon auf S. 133 gegeben, so daß die folgende Rechnung leicht verstanden werden kann. Die Länge der Strecke vom westlichen Teile der einmündenden Straße DB ist

$$131 + 89 - 85 - 9 = 126 \text{ m}$$

Auf dieser Strecke fließen noch  $72,9 - (25,9 + 8,9 + 9,7) = 28,4 \text{ sl}$  zu; auf 1 m mithin

$$\frac{28,4}{126} = 0,225 \text{ sl.}$$

Ein Rohr von 0,35 m Durchmesser führt aber bei  $J = 2,5 \text{ ‰}$  65 sl ab, es darf also so weit von B nach unten zu verwendet werden, bis diese Abflußmenge erreicht ist, was nach einer Strecke von

$$\frac{65 - 44,5}{0,225} = \frac{20,5}{0,225} = 92 \text{ m}$$

der Fall ist.

Mithin kann von B ab auf eine Strecke von 92 m ein Tonrohr mit  $d = 0,35 \text{ m}$  von da auf der bis C noch verbleibenden Strecke von  $126 - 92 = 34 \text{ m}$  ein Tonrohr mit  $0,40 \text{ m}$  Durchmesser verwendet werden.

Hauptsammler. Der Hauptsammler führt, wie aus Tafel V hervorgeht, bis zum Punkte C eine Wassermenge von 988 sl bei einem Gefälle von 1 ‰ ab, wofür der angegebene Querschnitt, Eiprofil 1,00/1,50 m, ausreicht. Im Punkte C kommen vom nördlichen Teile der Straße AC 73 sl und vom südlichen Teile 83 sl (s. Tafel V) hinzu, so daß die gesamte Wassermenge

$$988 + 83 + 73 = 1144 \text{ sl}$$

beträgt. In der Aufgabe wird verlangt, daß die Leitung im Punkte C um  $\frac{3}{4}$  der gesamten Wasserführung durch einen Notauslaß entlastet werden soll, der aber erst

dann in Tätigkeit treten soll, wenn  $\frac{2}{3}$  des Wasserquerschnittes des Hauptsammlers erreicht sind. Die noch verbleibende und vom Punkte C durch den Hauptsammler weiter abzuführende Menge ist also

$$1144 - \frac{3}{4} \cdot 1144 = 1144 - 858 = 286 \text{ sl.}$$

Zu ihrer Abführung genügt bei einem Gefälle  $1 \text{ ‰}$  ein Eiprofil 0,60/0,90 m, welches 298 sl abführen würde. Da jedoch hinter C weiterer Zufluß stattfindet, soll für den Hauptsammler von C ab ein

#### Eiprofil 0,70/1,05 m

gewählt werden, welches bei dem genannten Gefälle 449 sl abzuführen vermag.

Die Leitungen sind auf Tafel V, ebenso der Lageplan in der vorgeschriebenen und früher besprochenen Weise dargestellt. Da genügend Gefälle vorhanden ist, so ist der Scheitel der Rohre geradlinig durchgeführt, die Sohle also abgetreppt; auf der Strecke A C sind außer bei A noch bei B und C und zwischen B und C Einsteigeschächte angeordnet. Danach ergeben sich die Haltungslängen zu 85, 9, und 63 m.

#### 4. Berechnung des Notauslasses.

Im Punkte C vereinigen sich mit dem Hauptsammler (Abb. 239 und 240) mehrere Leitungen. Die gesamte Wasserführung an dieser Stelle beträgt 1144 sl. Durch einen Notauslaß soll hier die Leitung um  $\frac{3}{4}$  ihrer Wassermenge entlastet werden, und zwar unter der Bedingung, daß der Notauslaß erst dann in Tätigkeit tritt, wenn  $\frac{2}{3}$  des Querschnittes des Hauptsammlers gefüllt sind.

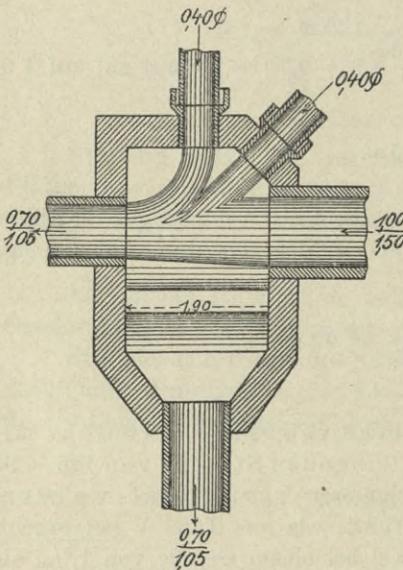


Abb. 239.

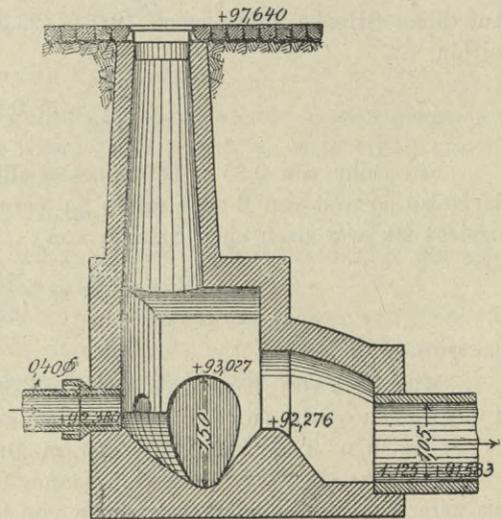


Abb. 240.

Die Höhe der Überfallschwelle ergibt sich aus der zuletzt genannten Bedingung. Es ist also die Ordinate zu berechnen, bei welcher der Querschnitt des Hauptsammlers bis zu  $\frac{2}{3}$  der Höhe seines Wasserquerschnittes gefüllt ist. Diese Ordinate ist gleichzeitig die Ordinate der Überfallschwelle.

Ein Eiprofil 1,00/1,50 führt nach Tabelle II bei  $J = 1 \text{ ‰}$  bei voller Füllung eine Wassermenge  $Q = 1180 \text{ sl ab}$ . Tatsächlich hat aber das Profil nur  $988 \text{ sl ab}$  zuführen. Die rechnungsmäßig abfließende Wassermenge beträgt also

$$\frac{988 \cdot 100}{1180} = 83,7 \%$$

der Wassermenge bei voller Füllung. Diesem Prozentsatze entspricht nach der graphischen Tabelle für das Eiprofil  $75 \%$  der Füllhöhe, also eine Füllhöhe des Eiprofiles 1,00/1,50 m von

$$\frac{1,50 \cdot 75}{100} = 1,123.$$

Danach ergibt sich die Sohlenordinate des Hauptsammlers, da die Wasserspiegelordinate  $+ 92,650$  ist, zu

$$92,650 - 1,123 = + 91,527.$$

Der gesamte Wasserquerschnitt reicht also bis zur Ordinate  $+ 92,650$  und hat eine Füllhöhe von  $1,123 \text{ m}$ . Zählt man zu der Sohlenordinate  $\frac{2}{3}$  dieser Füllhöhe hinzu, so erhält man die Höhe der Überfallschwelle des Notauslasses. Diese kommt also zu liegen auf

$$91,527 + \frac{2}{3} \cdot 1,123 = 91,527 + 0,749 = + 92,276.$$

Die Breite der Überfallschwelle richtet sich danach, ob ein vollkommener oder ein unvollkommener Überfall vorhanden ist. Da der Wasserspiegel des Notauslasses bei C auf gleicher Höhe liegen soll wie die Höhe der Überfallschwelle, so ist ersteres der Fall und mithin die Breite der Überfallschwelle aus Gleichung 24 zu berechnen; also wird:

$$b = \frac{Q}{2 h \cdot \sqrt{h}}$$

$h$  ergibt sich aus dem Unterschiede der Wasserspiegelordinate des Hauptsammlers und der Ordinate der Überfallschwelle, mithin wird:

$$h = 92,650 - 92,276 = 0,374 \text{ m}.$$

Ferner war

$$Q = \frac{3}{4} \cdot 1144 = 858 \text{ sl} = 0,858 \text{ cbm};$$

demnach wird

$$b = \frac{0,858}{2 \cdot 0,374 \cdot \sqrt{0,374}} = \sim 1,90 \text{ m}.$$

##### 5. Berechnung des Notauslaßkanales.

Zunächst ist das Gefälle zu bestimmen. Der Wasserspiegel der Mündung des Notauslasses soll, wie ausgeführt wurde, über dem Sommerhochwasserstande liegen, der zu  $+ 91,674$  gegeben ist. Die Wasserspiegelordinate der Abzweigung des Notauslaßkanales soll dieselbe sein wie die der Überfallschwelle, also  $+ 92,276$ . Legt man den Wasserspiegel der Mündung auf  $+ 91,876$ , so ergibt sich für die  $50 \text{ m}$  lange Leitung das absolute Gefälle zu

$$+ 92,276 - 91,876 = 0,40 \text{ m}$$

und demnach das relative Gefälle zu

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,40}{50} = 0,008 = 8 \text{ ‰} = 1 : 125.$$

Bei diesem Gefälle und der Wassermenge  $Q = 858$  sl wird ein

**Eiprofil 0,70/1,05**

gewählt, welches bei voller Füllung 1270 sl mit einer Geschwindigkeit  $v = 2,26$  m abzuführen vermag.

Da die Sohle der Mündung unter dem niedrigsten Wasserstande liegen soll, dieser aber die Ordinate  $+ 89,932$  hat, so muß die Mündung des Notauslasses mit einem Absturz nach Abb. 108 versehen werden.

Nummehr wäre noch zu bestimmen, wie hoch die Sohle der Notauslaßmündung zu liegen käme, wenn dieser Absturz nicht auszuführen wäre, um dadurch die Scheitelordinate des Eiprofiles an der Mündungsstelle ermitteln zu können.

Zu diesem Zwecke ist festzustellen, wie hoch das Eiprofil von der rechnermäßig abzuführenden Wassermenge gefüllt wird, welche bekanntlich 858 sl beträgt, wogegen die Wassermenge bei voller Füllung 1270 sl ist. Erstere ist mithin

$$\frac{858 \cdot 100}{1270} = 67,5 \text{ ‰}$$

der letzteren. Diesem Prozentsatz entspricht nach der graphischen Tabelle 66 % der Füllhöhe, d. h. eine Füllhöhe des Profiles 0,70/1,05 von

$$\frac{1,05 \cdot 66}{100} = 0,693 \text{ m.}$$

Demnach käme die Sohle des Profiles auf

$$+ 91,876 - 0,693 = + 91,183$$

und mithin der Scheitel an der Mündung auf

$$+ 91,183 + 1,05 = + 92,233.$$

An der Abzweigung selbst ist die gleiche Füllhöhe vorhanden, wie oben berechnet. Die Sohle des Notauslaßkanales kommt mithin 0,693 m tiefer zu liegen als die Krone der Überfallschwelle, die bekanntlich in gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel des Notauslasses liegt. Man erhält demnach für die Sohlenordinate an der Abzweigungsstelle:

$$+ 92,276 - 0,693 = + 91,583$$

und die Scheitelordinate <sup>1)</sup> an dieser Stelle für das 1,05 m hohe Profil:

$$+ 91,583 + 1,05 = + 92,633.$$

### Zweite Aufgabe.

Die in Abb. 241 dargestellten Straßenzüge der Schillerstraße, Moltkestraße, Bismarckstraße und Roonstraße sollen in den Haupt-

<sup>1)</sup> Auch hier ist die Richtigkeit der Rechnung leicht durch eine Gegenrechnung zu prüfen. Die Scheitelordinate der Mündung war  $+ 92,233$ , die Länge des Kanales 50 m, das Gefälle 1 : 125; man erhält demnach die Scheitelordinate der Abzweigungsstelle aus:

$$92,233 + \frac{50 \cdot 1,00}{125} = 92,233 + 0,4 = 92,633.$$

sammler der Kaiserstraße entwässert werden und zwar von der Schillerstraße der westliche Teil, von der Roonstraße der nördliche Teil, während die übrigen Straßen je einen Kanal in der Mitte erhalten sollen. Für die angrenzenden Straßenzüge soll angenommen werden, daß sie einem anderen Entwässerungsbezirk angehören.

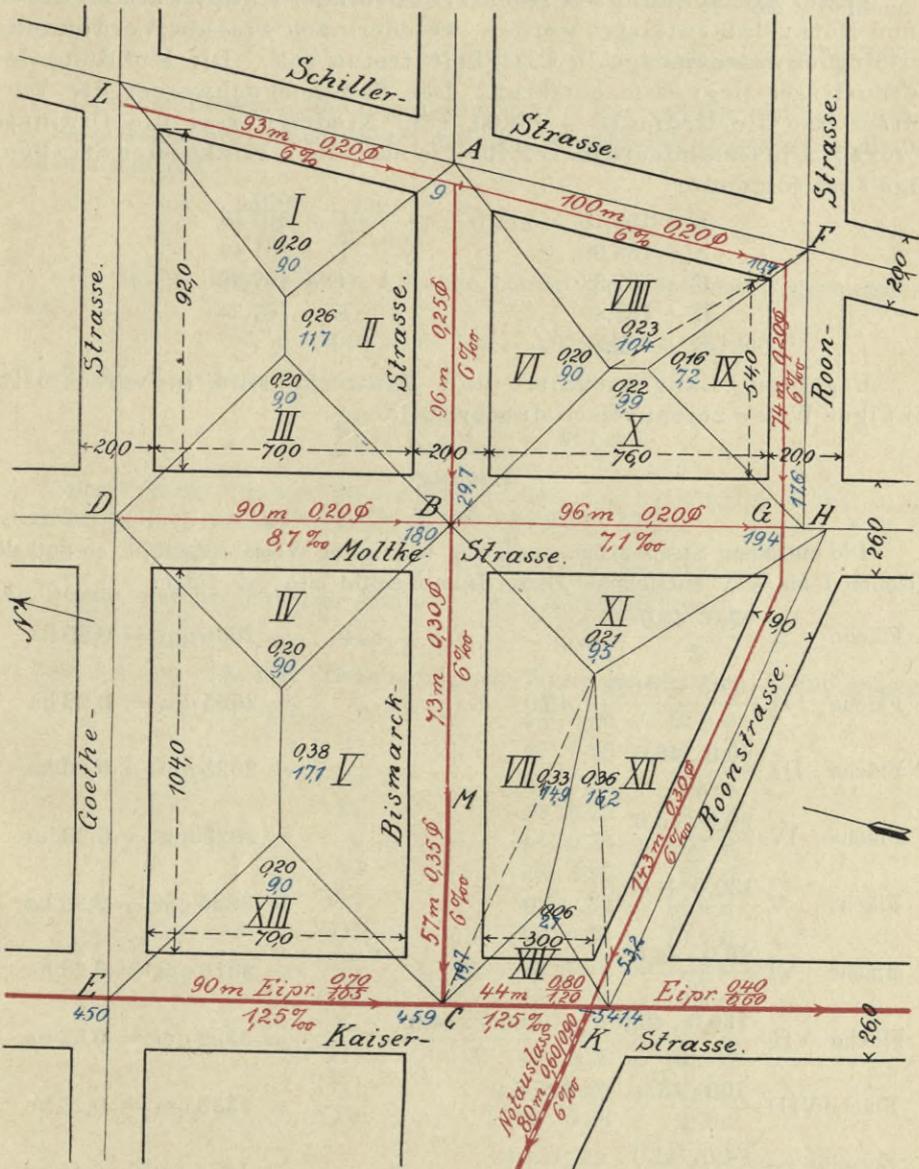


Abb. 241,

Als Regenhöhe werde 40 mm in 1 Stunde angenommen. Die Bebauung sei eine offene, auf 1 ha kommen 150 Einwohner mit einem Tagesverbrauche von je 100 l.

Die vom Hauptsammler nach Einmündung der Goethestraße abgeführte Wassermenge beträgt 450 sl, wovon 15 sl Brauchwasser sind. Der Hauptsammler ist von dieser Stelle abgleichfalls zu berechnen. Sein Gefälle betrage 1 : 800. Die Wasserspiegelordinate liegt an der Einmündung der Goethestraße auf + 165,35.

An der Einmündung der Roonstraße soll der Hauptsammler durch einen Notauslaß entlastet werden, welcher nach 4 facher Verdünnung der Brauchwassermenge in Tätigkeit treten soll. Die Mündung des Notauslasses liegt 80 m entfernt. Das Sommerhochwasser des Vorfluters hat die Ordinate + 164,00, sein Niedrigwasser die Ordinate + 162,50. Die Geländeordinaten für die einzelnen Punkte der Straßenzüge sind folgende:

L + 168,15	G + 167,63
A + 168,08	E + 167,46
F + 167,98	C + 167,38
D + 167,80	K + 167,34
B + 167,72	

Lageplan, Längenschnitte und Bauwerke sind in vorschriftsmäßiger Weise zeichnerisch durchzubilden.

### Lösung.

#### 1. Bestimmung der Abflußmengen.

Die einzelnen Straßenzüge werden in bekannter Weise aufgeteilt, so daß die Flächen I bis XIV entstehen. Deren Inhalt ergibt sich, wie folgt:

Fläche	I	$\frac{93,0 \cdot 44,0}{2}$	. . . . .	= 2056 qm = 0,20 ha
Fläche	II	$\frac{97,5 + 16,5}{2} \cdot 45,0$	. . . . .	= 2565 qm = 0,26 ha
Fläche	III	$\frac{90,0 \cdot 45,0}{2}$	. . . . .	= 2025 qm = 0,20 ha
Fläche	IV	$\frac{90,0 \cdot 45,0}{2}$	. . . . .	= 2025 qm = 0,20 ha
Fläche	V	$\frac{130,0 + 40,0}{2} \cdot 45,0$	. . . . .	= 3825 qm = 0,38 ha
Fläche	VI	$\frac{96,0 \cdot 42,0}{2}$	. . . . .	= 2016 qm = 0,20 ha
Fläche	VII	$\frac{130,0 \cdot 40,0}{2} + \frac{100,0 \cdot 14,0}{2}$	. . . . .	= 3300 qm = 0,33 ha
Fläche	VIII	$\frac{100 \cdot 43,0}{2} + \frac{62 \cdot 6,0}{2}$	. . . . .	= 2336 qm = 0,23 ha
Fläche	IX	$\frac{74,0 \cdot 41,0}{2}$	. . . . .	= 1575 qm = 0,16 ha
Fläche	X	$\frac{96,0 \cdot 40,0}{2} + \frac{69,0 \cdot 9,0}{2}$	. . . . .	= 2201 qm = 0,22 ha
Fläche	XI	$\frac{100,2 \cdot 41,0}{2}$	. . . . .	= 2054 qm = 0,21 ha

Fläche XII	$\frac{142,0 \cdot 41,0}{2} + \frac{90,0 \cdot 16,0}{2}$	= 3631 qm = 0,36 ha
Fläche XIII	$\frac{90,0 \cdot 45,0}{2}$	= 2025 qm = 0,20 ha
Fläche XIV	$\frac{45,0 \cdot 27,0}{2}$	= 615 qm = 0,06 ha
		zusammen = 3,21 ha.

Da offene Bebauung mit 150 Einwohnern für 1 ha vorliegt, und auf den Kopf der Bevölkerung 100 l Brauchwasser entfallen, so ergibt sich für 1 ha eine Brauchwassermenge von

$$\frac{100}{10} \cdot \frac{150}{60 \cdot 60} = 0,416 \text{ sl} = \sim 0,5 \text{ sl.}$$

Bei 40 mm Regenhöhe in 1 Stunde beträgt die stündliche Regenmenge für 1 ha

$$R_1 = 0,040 \cdot 100 \cdot 100 = 400 \text{ cbm} = 400\,000 \text{ l}$$

mithin die sekundliche Regenmenge

$$R_2 = \frac{400\,000}{60 \cdot 60} = 111 \text{ sl.}$$

Der Versickerungswert ist bei offener Bebauung im Mittel  $\psi = 0,4$ , so daß man für die in 1 Sekunde abzuführende Regenmenge erhält

$$R = \psi \cdot R_2 = 0,4 \cdot 111 = 44,4 \text{ sl}$$

An Regen- und Brauchwasser sind also von 1 ha abzuführen

$$44,4 + 0,5 = \sim 45 \text{ sl}$$

so daß von den einzelnen Flächen folgende Wassermengen zum Abfluß gelangen

Fläche I.	45 · 0,20 =	9,0 sl
„ II.	45 · 0,26 =	11,7 sl
„ III.	45 · 0,20 =	9,0 sl
„ IV.	45 · 0,20 =	9,0 sl
„ V.	45 · 0,38 =	17,1 sl
„ VI.	45 · 0,20 =	9,0 sl
„ VII.	45 · 0,33 =	14,9 sl
„ VIII.	45 · 0,23 =	10,4 sl
„ IX.	45 · 0,16 =	7,2 sl
„ X.	45 · 0,22 =	9,9 sl
„ XI.	45 · 0,21 =	9,5 sl
„ XII.	45 · 0,36 =	16,2 sl
„ XIII.	45 · 0,20 =	9,0 sl
„ XIV.	45 · 0,06 =	2,7 sl

zusammen 139,6 sl im Punkte K.

## 2. Bestimmung des Gefälles.

a) Hauptsammler. Das Gefälle des Hauptsammlers ist gegeben  $J = 1 : 800 = 1,25 \text{ ‰}$ . Seine Wasserspiegelordinate im Punkte E liegt auf + 165,35, demnach beträgt die Ordinate in dem  $90 + 44 = 134$  m von E entfernten Punkte K

$$165,35 - \frac{134}{800} = 165,35 - 0,17 = + 165,18$$

und in dem 90 m von E entfernten Punkte C

$$165,35 - \frac{90}{800} = 165,35 - 0,11 = + 165,24.$$

b) Strecke L A C. Die Ordinate im Punkte L ist gegeben zu + 168,15. Nimmt man die Scheitelordinate des Kanales 1,00 m tiefer an, also auf + 167,15, so beträgt das absolute Gefälle zwischen den Punkten L und C

$$h = 167,15 - 165,24 = 1,91 \text{ m}$$

und, da die Strecke L A C l = 93 + 96 + 130 = 319,0 m lang ist, das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1,91}{319} = 0,006 = 6 \text{ ‰}.$$

Die Wasserspiegelordinate des Punktes A, welcher von L 93 m entfernt liegt, ergibt sich dann:

$$167,15 - \frac{6 \cdot 93}{1000} = 167,15 - 0,56 = + 166,59$$

und die Wasserspiegelordinate des Punktes B, welcher von L 93 + 96 = 189 m entfernt liegt:

$$167,15 - \frac{6 \cdot 189}{1000} = 167,15 - 1,13 = + 166,02.$$

c) Strecke D B. Die Geländeordinate im Punkte D ist + 167,80, die Wasserspiegelordinate + 167,80 - 1,00 = + 166,80.

Das absolute Gefälle auf der Strecke D B ist demnach, da die Wasserspiegelordinate in B zu + 166,02 berechnet wurde,

$$h = + 166,80 - 166,02 = 0,78 \text{ m}.$$

Die Strecke D B ist l = 90,0 m lang, mithin erhält man für das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,78}{90,0} = 0,0087 = 8,7 \text{ ‰}.$$

d) Strecke A F G K. Die Geländeordinate in A ist 168,08, die Wasserspiegelordinate also 168,08 - 1,00 = + 167,08. Die Wasserspiegelordinate in K ergab sich zu + 165,18, so daß das absolute Gefälle beträgt

$$167,08 - 165,18 = 1,90 \text{ m}.$$

Die Länge der Strecke A F G K ist l = 100 + 74 + 143 = 317 m, mithin beträgt das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1,90}{317} = 0,006 = 6 \text{ ‰}.$$

Die Wasserspiegelordinate des Punktes F, welcher 100 m von A entfernt liegt, ist dann

$$167,08 - \frac{100 \cdot 6}{1000} = 167,08 - 0,60 = + 166,48,$$

ferner die Wasserspiegelordinate des Punktes G, welcher  $100 + 74 = 174$  m von A entfernt liegt,

$$167,08 - \frac{174 \cdot 6}{1000} = 167,08 - 1,04 = 166,04.$$

e) Strecke B G. Die Geländeordinate ist  $+ 167,72$ , die Wasserspiegelordinate mithin  $+ 167,72 - 1,00 = + 166,72$ .

Die Wasserspiegelordinate im Punkte G ist berechnet zu  $+ 166,04$ , mithin ist das absolute Gefälle der 96 m langen Strecke

$$h = 166,72 - 166,04 = 0,68 \text{ m}$$

und das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,68}{96} = 0,0071 = 7,1 \text{ ‰}$$

### 3. Berechnung der Leitung.

a) Strecke L A. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ ; die Wassermenge der Fläche I ist abzuführen, also ist  $Q = 9$  sl. Gewählt wird ein Tonrohr mit

$$d = 0,20 \text{ m Durchmesser.}$$

b) Strecke A B. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ . Zu der vorigen Wassermenge kommt diejenige der Flächen II und VI hinzu, so daß, wie aus der im Lageplan eingetragenen Zahl ersichtlich ist, die Wassermenge im Punkte B  $Q = 29,7$  sl ist. Gewählt wird ein Tonrohr mit

$$d = 0,25 \text{ m Durchmesser.}$$

c) Strecke D B. Gefälle  $8,7 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q = 18$  sl. Gewählt wird ein Tonrohr mit

$$d = 0,20 \text{ m Durchmesser.}$$

d) Strecke B C. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q = 79,7$  sl. Hierfür würde erforderlich ein Tonrohr mit

$$d = 0,35 \text{ m Durchmesser,}$$

welches 101 sl abzuführen vermag. Ein Tonrohr von 0,30 m Weite kann 66 sl abführen. Es ist also zu bestimmen, bis zu welcher Entfernung von B letzteres ausreicht.

Die Strecke ist 130 m lang. Der Zufluß von B bis C beträgt  $79,7 - (18,0 + 29,7) = 79,7 - 47,7 = 32,0$  sl. Folglich fließen auf 1 m zu

$$\frac{32,0}{130} = 0,25 \text{ sl.}$$

Das Rohr von 0,30 m Durchmesser kann verwendet werden, bis die Abflußmenge von 66 sl erreicht ist. Dies ist der Fall in

$$\frac{66 - 47,7}{0,25} = \frac{18,3}{0,25} = 73 \text{ m}$$

Entfernung von B.

Mithin findet auf der 73 m langen Strecke B M ein Tonrohr mit

$$d = 0,30 \text{ m Durchmesser}$$

und auf der 57 m langen Strecke M C ein Tonrohr von

$$d = 0,35 \text{ m Durchmesser}$$

Verwendung.

e) Strecke A F. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q = 10,4 \text{ sl}$ . Verwendet wird ein Tonrohr von

$$d = 0,20 \text{ m Durchmesser.}$$

f) Strecke F G. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q = 17,6 \text{ sl}$ . Verwendet wird ein Tonrohr mit

$$d = 0,20 \text{ m Durchmesser.}$$

Strecke G K. Gefälle  $6 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q$  im Punkte K =  $53,2 \text{ cbm}$ . Hierfür würde ein Tonrohr mit  $d = 0,30 \text{ m}$  in Frage kommen, welches bei voller Füllung  $66 \text{ cbm}$  abzuführen vermag. Da die Wassermenge im Punkte G =  $37,0 \text{ cbm}$  beträgt, ein Tonrohr von  $0,25 \text{ m}$  Weite aber nur  $40 \text{ sl}$  abführt, die volle Füllung dieses Querschnittes bei Verwendung eines derartigen Rohres sehr bald erreicht würde, so soll vom Punkte G ab bereits das Tonrohr mit

$$d = 0,30 \text{ m Durchmesser}$$

zur Verwendung gelangen.

Hauptsammlerstrecke E C. Die Wassermenge im Punkte E ist gegeben zu  $450 \text{ sl}$ , mithin ist im Punkte C  $Q = 459 \text{ sl}$ ; Gefälle  $1,25 \text{ ‰}$ . Gewählt wird

**Eiprofil 0,70/1,05,**

welches  $504 \text{ sl}$  bei voller Füllung abzuführen vermag. Die rechnungsmäßige Wassermenge beträgt also

$$\frac{459 \cdot 100}{504} = 90,8 \text{ ‰}$$

der Wassermenge bei voller Füllung. Diesem Prozentsatz entspricht nach der graphischen Tabelle  $80 \text{ ‰}$  der Füllhöhe, also eine Füllhöhe des Profiles 0,70/1,05 von

$$\frac{1,05 \cdot 80}{100} = 0,84 \text{ m}$$

Die Sohlenordinate im Punkte E ergibt sich also zu

$$165,35 - 0,84 = + 164,51$$

und im Punkte C zu

$$165,24 - 0,84 = + 164,40$$

Hauptsammlerstrecke C K. Gefälle  $1,25 \text{ ‰}$ ; Wassermenge  $Q = 541,4 \text{ sl}$ . Gewählt wird ein

**Eiprofil 0,80/1,20,**

welches bei voller Füllung  $722 \text{ sl}$  abführen würde. Die rechnungsmäßige Wassermenge beträgt also

$$\frac{541,4 \cdot 100}{722} = 75 \text{ ‰}$$

der Wassermenge bei voller Füllung. Diesem Prozentsatz entspricht nach der graphischen Tabelle  $70 \text{ ‰}$  der Füllhöhe, also bei einem Eiprofile 0,80/1,20 eine Füllhöhe von

$$\frac{1,20 \cdot 70}{100} = 0,84 \text{ m}$$

so daß die Sohlenordinate des Profiles sich im Punkte K ergibt zu

$$165,18 - 0,84 = + 164,34.$$

#### 4. Berechnung des Notauslasses.

Die gesamte Wasserführung im Punkte K beträgt

$$Q = 541,4 + 53,2 = 594,6 \text{ sl}$$

Der Notauslaß soll bei 4 facher Verdünnung der Brauchwassermenge in Tätigkeit treten. Bis zum Punkte E ist die Brauchwassermenge zu 15 sl gegeben. Von da bis zum Punkte K tritt noch diejenige der gesamten berechneten Fläche hinzu. Letztere war unter 1) zu 3,21 ha gefunden, die Brauchwassermenge von 1 ha beträgt (gleichfalls nach 1) 0,5 sl, mithin die ganze Brauchwassermenge der berechneten Fläche

$$0,5 \cdot 3,21 = 1,6 \text{ sl}$$

und die gesamte Brauchwassermenge bis zum Punkte K

$$15,0 + 1,6 = 16,6 \text{ sl.}$$

Bei 4 facher Verdünnung muß also der Kanal vor Eintritt der Tätigkeit des Notauslasses eine Wassermenge von

$$16,6 + 4 \cdot 16,6 = 83,0 \text{ sl}$$

führen. Dies entspricht einem Prozentsatze

$$\frac{83,0 \cdot 100}{594,6} = \sim 14 \%$$

der gesamten Wassermenge und mithin einem Prozentsatze von 29 % der Füllhöhe, also

$$\frac{29 \cdot 1,20}{100} = 0,35 \text{ m}$$

des 1,20 m hohen Profiles. Da dessen Sohle auf + 164,34 liegt, so erhält man die Höhenlage der Überfallschwelle zu

$$164,34 + 0,35 = + 164,69.$$

Nimmt man die Wasserspiegelordinate des Notauslaßkanales ebenfalls zu + 164,69 an, so hat man einen vollkommenen Überfall, und die Breite der Überfallschwelle ergibt sich mithin aus

$$b = \frac{Q}{2h \cdot \sqrt{h}}$$

Die vom Notauslaßkanal abzuführende Wassermenge ist

$$Q = 594,6 - 83,0 = 511,6 \text{ sl} = 0,512 \text{ cbm.}$$

Man erhält ferner h als Unterschied aus der Wasserspiegelordinate des Haupt-sammlers und der Höhe der Überfallschwelle, also

$$h = 165,18 - 164,69 = 0,49 \text{ m.}$$

Somit wird

$$b = \frac{0,512}{2 \cdot 0,49 \cdot \sqrt{0,49}} = \sim 0,75 \text{ m.}$$

### 5. Berechnung des Notauslaßkanales.

Für die Berechnung des Gefälles sind die besprochenen Bedingungen, daß die Mündung über dem Sommerhochwasserstande, aber ihre Sohle unter dem Niedrigwasser des Vorfluters liegen soll, einzuhalten. Der Sommerhochwasserstand ist gegeben zu + 164,00. Nimmt man den Wasserspiegel der Mündung auf + 164,21 an, so ergibt sich, da der Wasserspiegel an der Abzweigstelle auf + 164,69 liegt und der Kanal 80 m lang ist, für das relative Gefälle

$$J = \frac{h}{l} = \frac{164,69 - 164,21}{80} = \frac{0,48}{80} = 0,0060 = 6,0 \text{ ‰}$$

Die abzuführende Wassermenge war 512 sl, mithin wird ein

#### Eiprofil 0,60/0,90

gewählt, welches 732 sl abzuführen vermag. Die rechnungsmäßige Wassermenge entspricht also

$$\frac{512 \cdot 100}{732} = 70 \text{ ‰}$$

der Wassermenge bei voller Füllung. Für das 0,90 m hohe Profil ergibt sich demnach eine Füllhöhe von 67 ‰ oder

$$\frac{0,90 \cdot 67}{100} = 0,603 \text{ m,}$$

so daß die Sohlenordinate an der Abzweigstelle sich zu

$$164,69 - 0,603 = + 164,087$$

ergibt, während die Scheitelordinate des Notauslaßkanales an der Abzweigstelle auf

$$164,087 + 0,90 = + 164,987$$

liegt. Die Scheitelordinate der 80 m entfernten Mündungsstelle ist dann bei einem Gefälle von 6 ‰

$$164,987 - \frac{80 \cdot 6,0}{1000} = 164,987 - 0,48 = + 164,507.$$

Der niedrigste Wasserstand des Vorfluters liegt auf + 162,50, so daß die Sohle des Notauslaßkanales an der Mündung ein entsprechendes Gefälle erhalten muß.

### 6. Berechnung des Hauptsammlers vom Punkte K ab.

Das Gefälle ist 1,25 ‰, die nach Entlastung durch den Notauslaß weiter zu führende Wassermenge nach 4) der Berechnung 83 sl. Dafür würde ein Tonrohr von 0,45 m Durchmesser genügen, welches bei voller Füllung 91 sl abführen kann. Da jedoch unterhalb K weiterer Zufluß hinzukommt, soll ein

#### Eiprofil 0,40/0,60

gewählt werden, welches bei voller Füllung 110 sl abzuleiten vermag.

## Dritte Aufgabe.

(Hierzu Tafel VII bis XII.)

Für die auf Tafel VII im Lageplane gegebene mittelgroße Stadt ist ein Entwässerungsentwurf auszuarbeiten.

Die Wohndichtigkeit beträgt 300 bis 400 Personen für 1 ha, so daß

eine Brauchwassermenge von 1,6sl/ha und eine Regenwassermenge von 50 sl/ha der Berechnung zugrunde gelegt werden kann. Ein genaues Nivellement der in Betracht kommenden Straßen ist ausgeführt. (Um den Plan jedoch nicht unübersichtlich zu gestalten, wurde von der Eintragung der ermittelten Höhenzahlen abgesehen, was bei Bearbeitung der Aufgabe in größerem Maßstabe nicht geschehen soll; die Höhenzahlen sind dafür aus den einzelnen Straßenprofilen zu entnehmen.)

Zunächst ist der Linienzug des Kanalnetzes vorläufig einzuzichnen und eine Einteilung der Gesamtfläche so vorzunehmen, daß jeder Kanalstrecke eine bestimmte Fläche zur Entwässerung zugewiesen wird (Tafel VIII); die Größe dieser Flächen ist zu ermitteln und danach die von ihnen abzuführenden Brauch- und Regenwassermengen zu bestimmen. Hierauf sind die einzelnen Leitungsstrecken, Notauslaß, Düker usw. zu berechnen und alle Zeichnungen in vorschriftsmäßiger Weise herzustellen.

### Lösung.

Auf Grund der an Hand der Tafel VIII a vorgenommenen Flächen- und Wassermengenberechnung ergaben sich die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Werte:

Fläche	Größe in ha	Brauch- wasser in l	Regen- wasser in l	Fläche	Größe in ha	Brauch- wasser in l	Regen- wasser in l	Fläche	Größe in ha	Brauch- wasser in l	Regen- wasser in l
1	0,35	0,6	17,5	22	0,35	0,6	17,5	43	0,45	0,7	22,5
2	0,32	0,5	16,0	23	0,23	0,4	11,5	44	0,29	0,4	14,5
3	0,70	1,0	35,0	24	0,24	0,4	12,0	45	0,37	0,6	18,5
4	0,35	0,6	17,5	25	0,43	0,7	21,5	46	0,20	0,3	10,0
5	0,19	0,3	9,5	26	0,52	0,8	26,0	47	0,09	0,1	4,5
6	0,26	0,4	13,0	27	0,27	0,4	13,3	48	0,38	0,6	19,0
7	0,23	0,4	11,3	28	0,07	0,1	3,5	49	0,43	0,7	21,5
8	0,39	0,6	18,3	29	0,14	0,2	7,0	50	0,34	0,5	17,0
9	0,35	0,6	17,5	30	0,15	0,2	7,3	51	0,24	0,4	12,0
10	0,24	0,4	12,0	31	0,18	0,3	9,0	52	0,21	0,3	10,5
11	0,16	0,3	8,0	32	0,25	0,4	12,5	53	0,23	0,4	11,5
12	0,28	0,4	14,0	33	0,30	0,5	15,0	54	0,92	1,4	46,0
13	0,32	0,5	16,0	34	0,09	0,1	4,5	55	1,42	2,2	71,0
14	0,29	0,4	13,0	35	0,24	0,4	11,8	56	0,66	1,0	33,0
15	0,35	0,7	17,5	36	0,11	0,2	5,5	57	0,25	0,4	12,5
16	0,58	0,9	29,0	37	0,28	0,4	14,0	58	0,28	0,4	14,0
17	0,30	0,5	15,0	38	0,14	0,2	7,0	59	0,60	0,9	30,0
18	0,20	0,3	10,0	39	0,76	1,1	38,0	60	0,08	0,1	4,0
19	0,13	0,2	6,8	40	0,20	0,3	10,0	61	0,54	0,8	27,0
20	0,18	0,3	8,3	41	0,30	0,5	15,0	62	0,46	0,7	23,0
21	0,19	0,3	9,5	42	0,47	0,7	23,5				

Nunmehr werden die einzelnen Straßenprofile (in verzerrtem Maßstabe) aufgetragen und der Linienzug des Kanalnetzes nach den vorhandenen Neigungsverhältnissen des Geländes endgültig festgelegt. Sodann erfolgt die Bestimmung der den einzelnen Kanalstrecken zufließenden Wassermengen<sup>1)</sup>, und zwar von den Endpunkten des Kanalnetzes ausgehend, wie aus Tafel VIII b ersichtlich ist.

So hat z. B. die Rohrleitung an der Kreuzung der Lantelin- und Milchstraße

<sup>1)</sup> Von einer ausführlichen Bearbeitung dieser Aufgabe wurde abgesehen, da diese gegen die bisherigen nichts Neues bringen würde, vielmehr vom Üben nun selbst leicht vorgenommen werden kann.

das Wasser der Flächen 1, 14, 15, 13 und 20 abzuführen, ist also für eine Gesamtwassermenge von 75 sl (2,5 l Brauchwasser und 72,6 l Regenwasser) ausreichend zu bemessen.

Nun wird in bekannter Weise, ebenfalls von den höchsten Punkten ausgehend, das Gefälle für die einzelnen Kanäle nach dem natürlichen Gefälle angenommen, wobei man für die Leitungen, soweit als möglich, das günstigste Gefälle wählt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Rohre überall in frostfreier Tiefe liegen, also mindestens 1,0 bis 1,2 m Überdeckung besitzen.

Sodann erfolgt die Berechnung der Rohre in der bekannten Weise, wobei jedoch die Mindestweite der Rohre der besseren Reinigung wegen zu 200 mm angenommen wird. Die Kanäle erhalten durchweg Kreisprofil, nur der Hauptsammler in der Küferstraße erhält, am Wolfstor beginnend, Eiform und wird mit Rücksicht auf eine spätere Vergrößerung der Anlage nur bis Kämpferhöhenfüllung berechnet. An den Vereinigungsstellen mehrerer Leitungen werden Einsteigeschächte ausgeführt, an den Knickpunkten der Rohrkanäle genügen Lampenlöcher.

Der Endpunkt des ganzen Kanalnetzes liegt in der Ritterstraße an der 2. Brücke. Dort soll das Abwasser durch einen 80 m langen **Düker** für den ein Wasserspiegelgefälle von 0,40 m zur Verfügung steht, auf das andere Ufer des Neckarkanales und von da aus weiter zu einer Reinigungsanlage geführt werden. Um jedoch an Reinigungskosten zu sparen und auch den Durchmesser dieser Leitung zu verkleinern, wird der Hauptsammler, der an der bezeichneten Stelle eine Gesamtwassermenge von 1050 sl (32,7 l Brauchwasser und 1016,9 l Regenwasser) führt, durch einen bei 10 facher Verdünnung des Brauchwassers in Tätigkeit tretenden Notauslaß entlastet. Die durch den Düker zur Reinigungsanlage abzuführende Wassermenge beträgt

$$Q = 32,7 + 10 \cdot 32,7 = 360 \text{ sl}$$

das Gefälle des Dükers auf 80 m Länge

$$J = \frac{h}{l} = \frac{0,40}{80} = 0,005 = 5\text{‰} = 1 : 200.$$

Es ist also für den Düker nach Tabelle I ein Rohr mit

$$d = 0,60 \text{ m Durchmesser}$$

zu wählen, welches bei voller Füllung 408 sl abzuführen vermag.

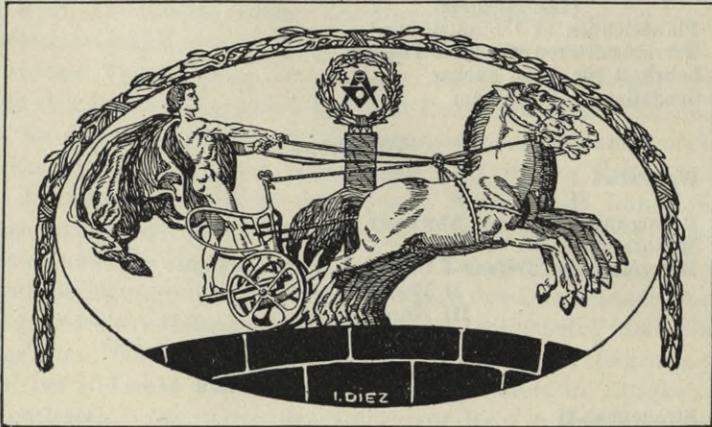
Der Notauslaß führt eine Wassermenge von

$$Q = 1050 - 360 = 690 \text{ sl}$$

ab. Das Gelände liegt an der Entlastungsstelle auf + 235,50 (Tafel IX), die Kanalsole auf + 232,053 (Tafel IX), der Mittelwasserstand des Neckars auf + 231,40, der Hochwasserstand auf + 233,00. Die Berechnung und Konstruktion des Notauslasses, des Notauslaßkanales und der Mündung des letzteren erfolgt nach den gegebenen und bereits mehrfach an Beispielen erläuterten Regeln.

Zur Spülung der Kanäle steht das Wasser eines im Norden der Stadt in den Neckar mündenden Baches zur Verfügung, und zwar kann es durch besondere Spüleleitungen in die Enden des Kanalnetzes eingeführt werden. Um eine geregelte Spülung zu erzielen, werden die Einsteigeschächte am Nordende der Ritterstraße, an der Vereinigung der Ritter- und Küferstraße, der Milch- und Strohstraße, der Stroh- und Küferstraße, der Hau- und Lantelinstraße, der Lantelin- und Küferstraße, am Ottilienplatz und am Südende des Wolftores zu Spülschächten ausgebildet, also mit Spülklappen und Spültüren versehen.





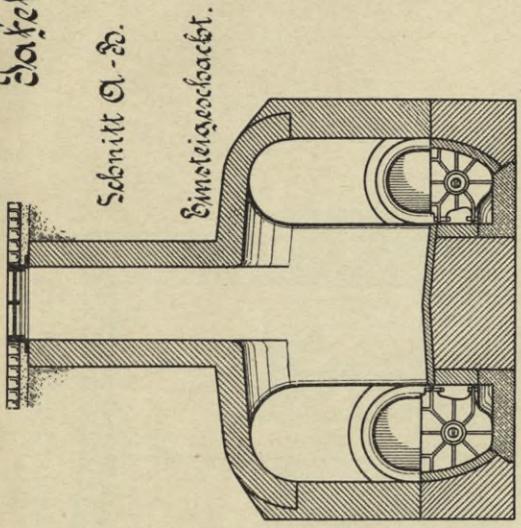
Jubiläums-Signet gez. von Prof. Julius Diez-München.

**Polytechnischer Verlag M. Hittenkofer,**  
Strelitz in Mecklenburg.



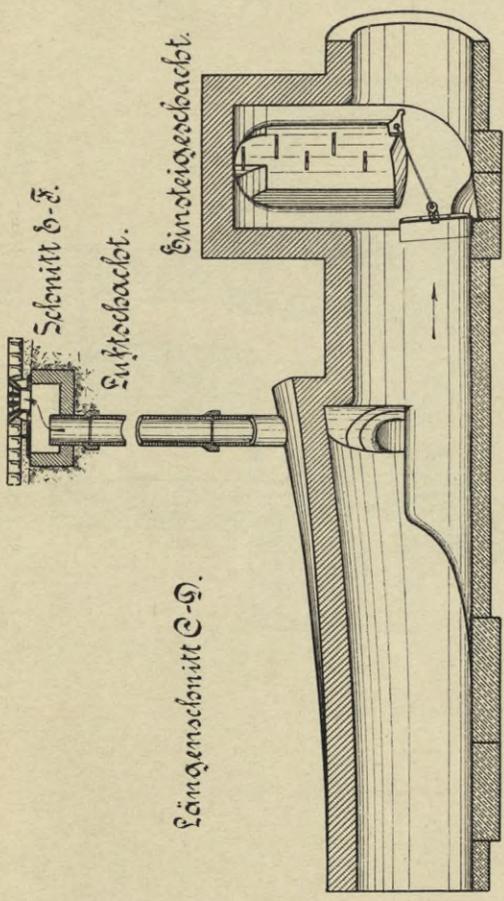
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

**Tafel II.**



Schnitt A-B.

Einsteigebock.

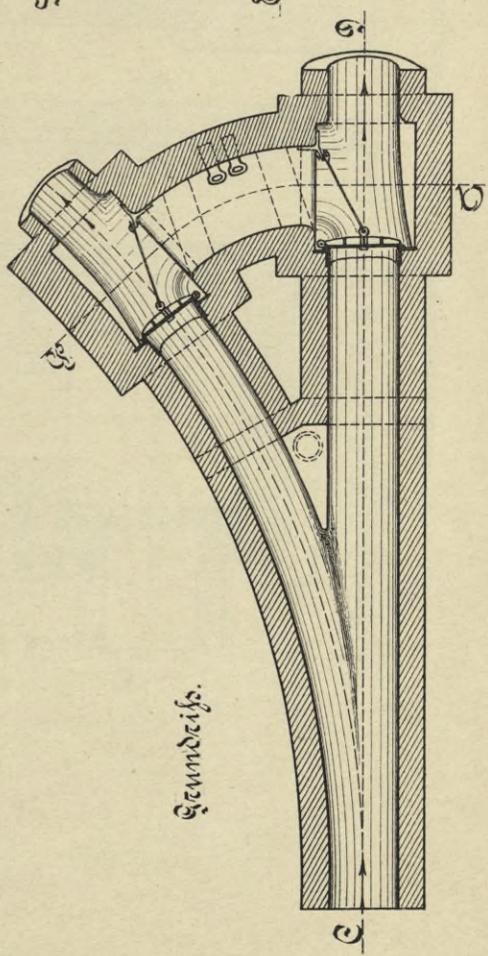


Schnitt C-D.

Luftbock.

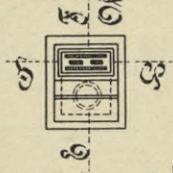
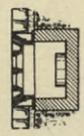
Einsteigebock.

Längenschnitt E-F.



Grundriß.

Schnitt G-H.



Obere Ansicht des Luftbockdeckels.

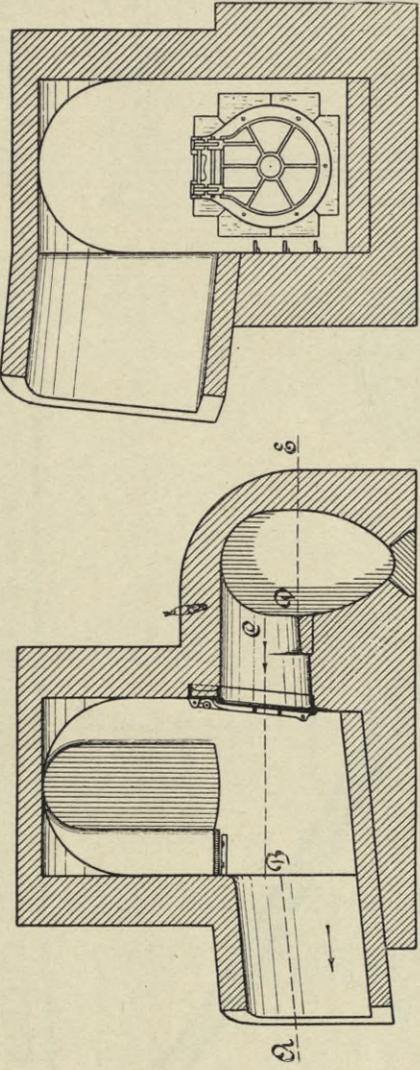
**Verzweigung eines Kanales nach zwei Richtungen.**

Maßstab.



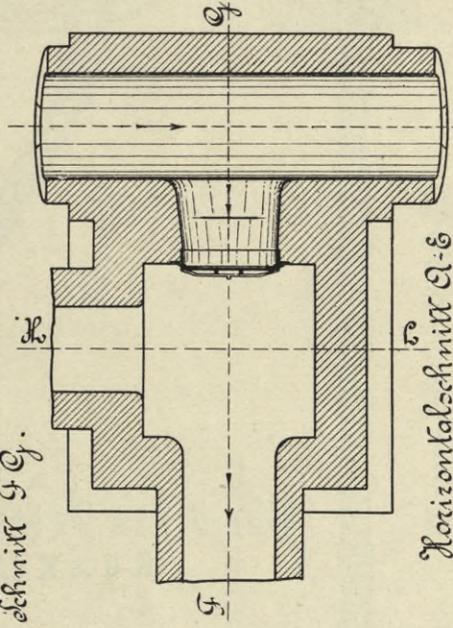
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Tafel III.  
 Stofausrass mit selbstwirkender Verschlussklappe.



schnitt F G.

schnitt H I.



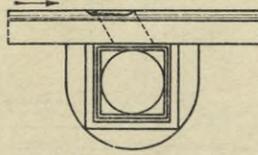
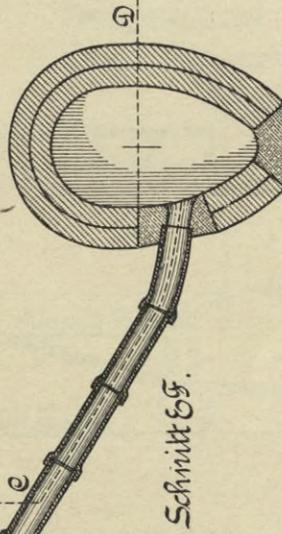
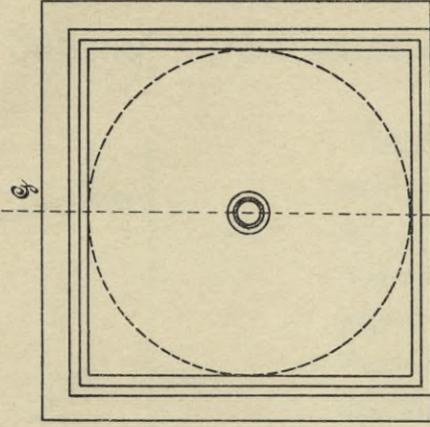
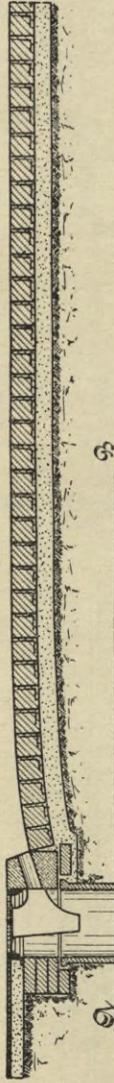
Horizontalschnitt A-B

schnitt J K.

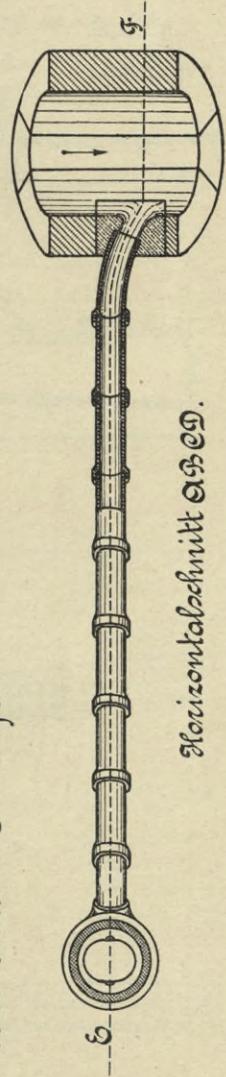


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

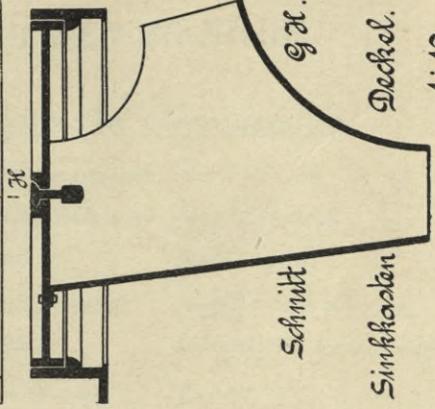
Tafel IV.  
Straßen-Sinkkasten



Obere Ansicht des Einlaufes.



1:50.



Schnitt

Deckel.

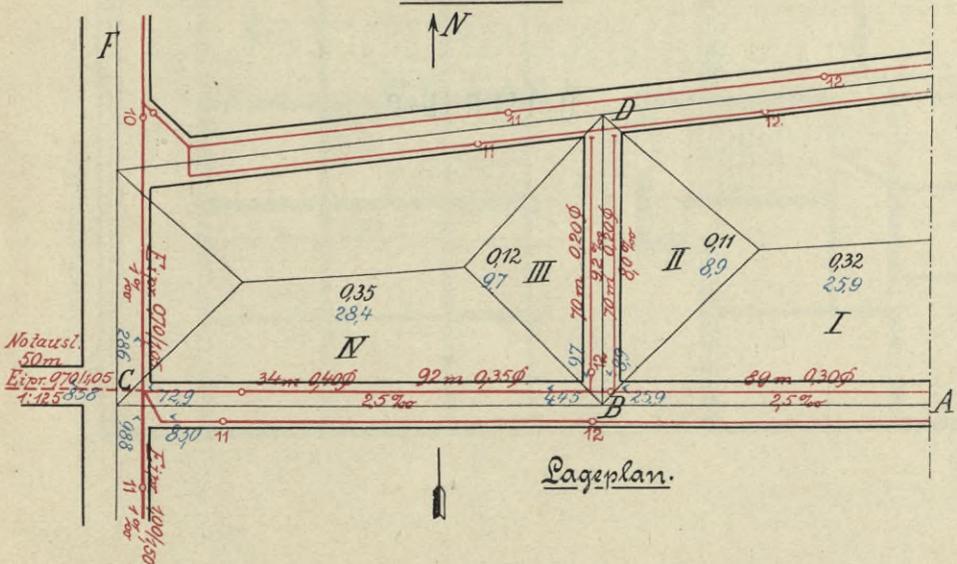
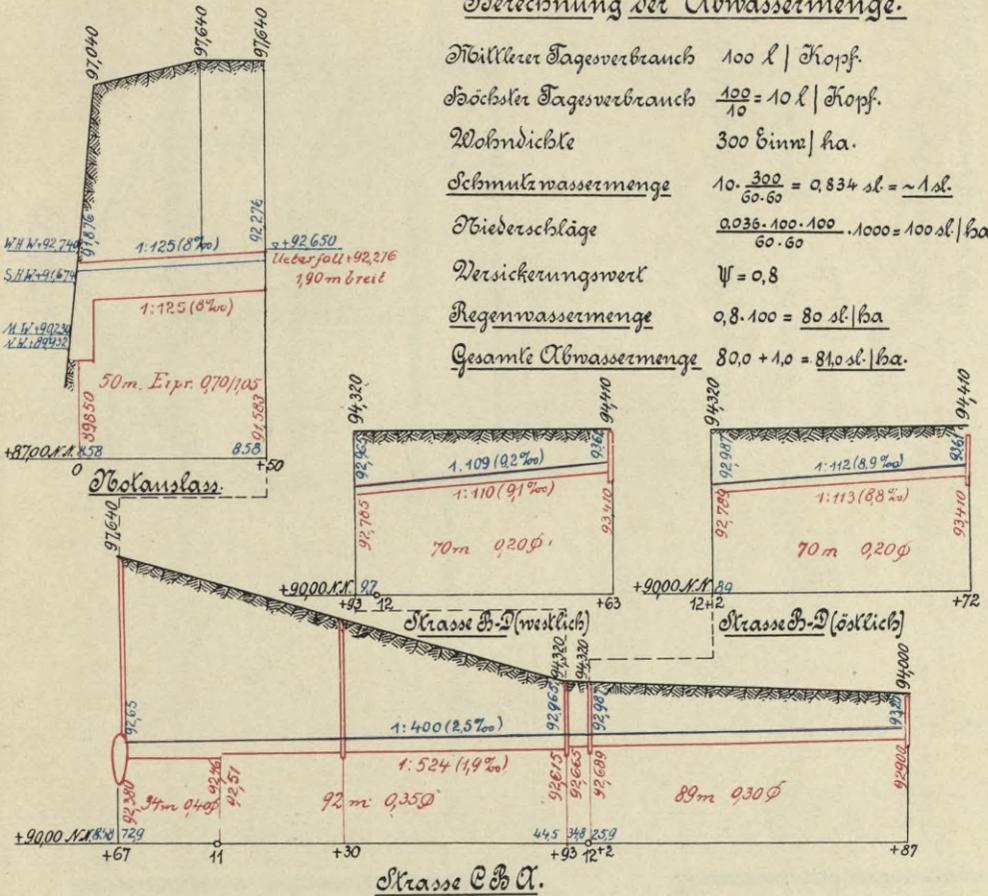
1:10.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

# Entwurf zur Entwässerung eines Stadtkalles.

## Berechnung der Abwassermenge.

- Mittlerer Tagesverbrauch 100 l | Kopf.
- Höchster Tagesverbrauch  $\frac{100}{10} = 10 \text{ l | Kopf.}$
- Wohndichte 300 Einw. | ha.
- Schmutzwassermenge  $10 \cdot \frac{300}{60 \cdot 60} = 0,834 \text{ sl} = \sim 1 \text{ sl.}$
- Niederschläge  $\frac{0,036 \cdot 100 \cdot 100}{60 \cdot 60} \cdot 1000 = 100 \text{ sl | ha}$
- Versicherungswert  $\Psi = 0,8$
- Regenwassermenge  $0,8 \cdot 100 = 80 \text{ sl | ha}$
- Gesamte Abwassermenge  $80,0 + 1,0 = 81,0 \text{ sl | ha.}$

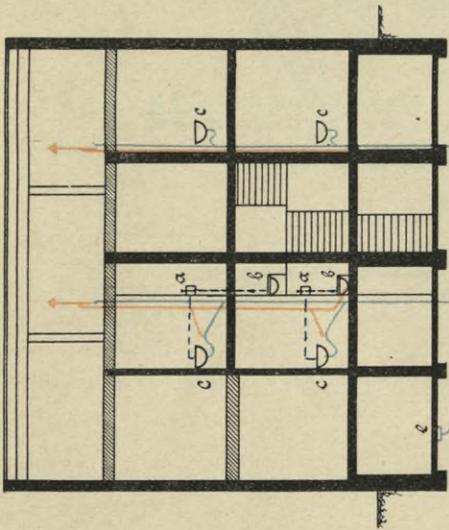


*[Faint, illegible text]*

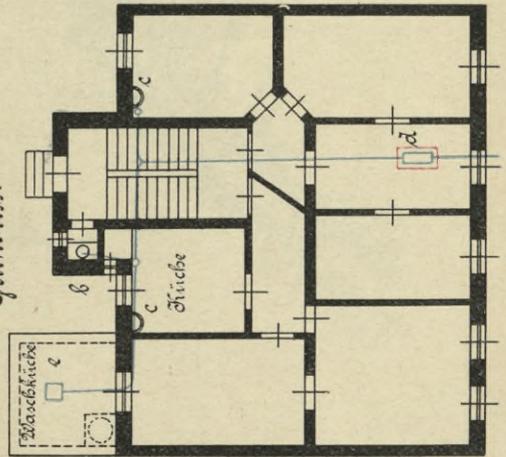
*[Faint, illegible text]*

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

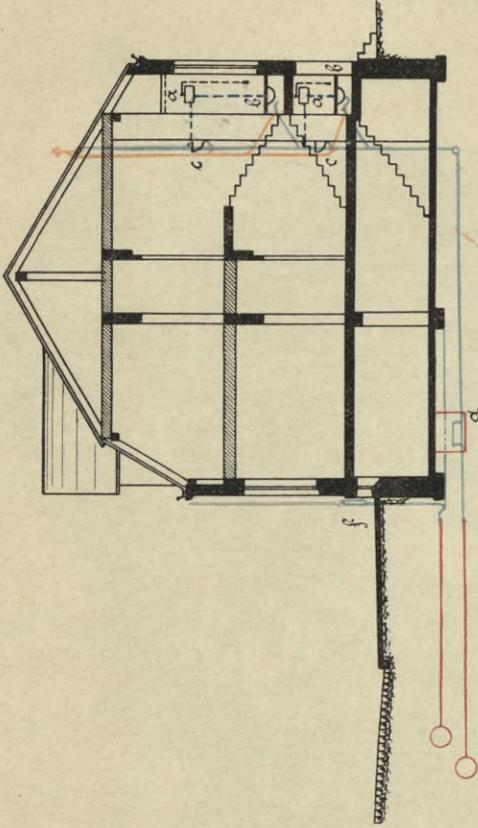
Längenschnitt.



Grundriss.



Querschnitt.



Entwurf zur Entwässerung eines eingekanteten Hauses.

Entwässerungsleitung: — Tonrohr, — Gussisen, — Zink.

— Lüftung (Zink)

--- Wasserleitung

a Spülkasten.

d Revisionskasten.

b Elbortbecken.

e Bodenansguss mit Geruchsverschluss.

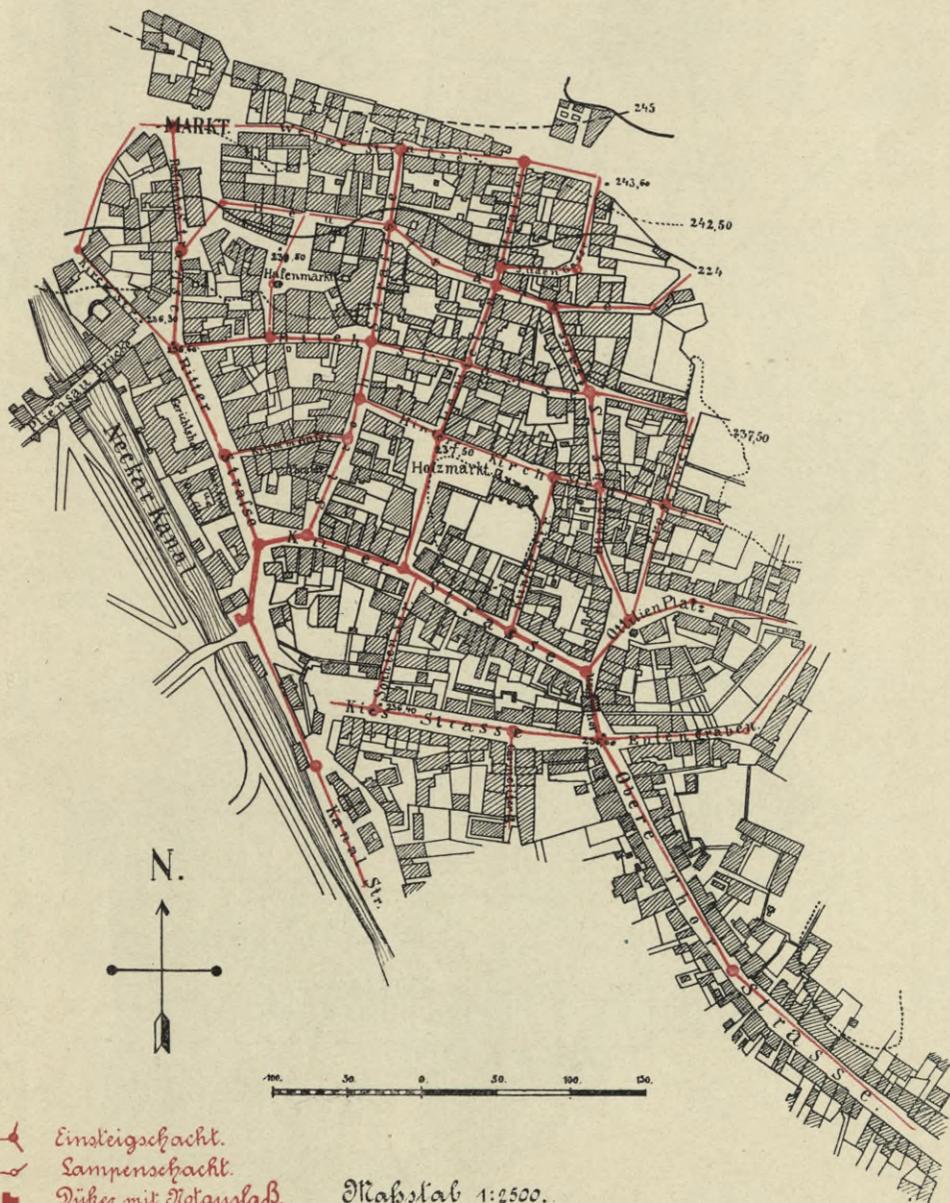
c Ausguss.

f Regenoberverschluss.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Kanalisation der Stadt .....

# Lageplan.



-  Einsteigschacht.
-  Lampenschacht.
-  Düker mit Notauslaß.

Maßstab 1:2500.

1910

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

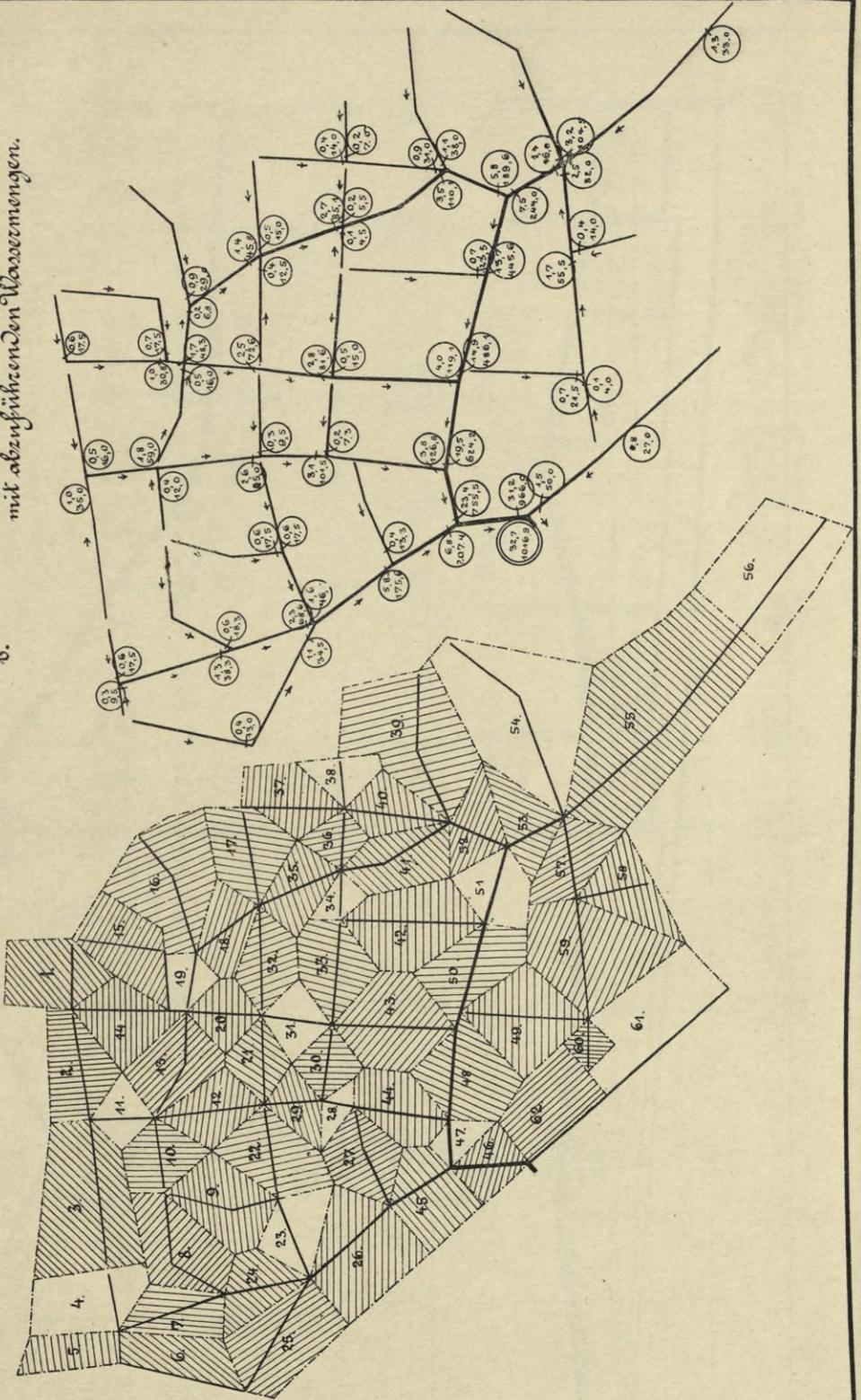
Wojciechowski  
1910

Von den einzelnen Bohren zu entwässernde Flächen.

b.

Robernetzverteilung

mit abzuführenden Wassermengen.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

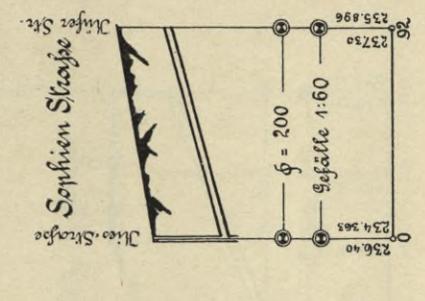
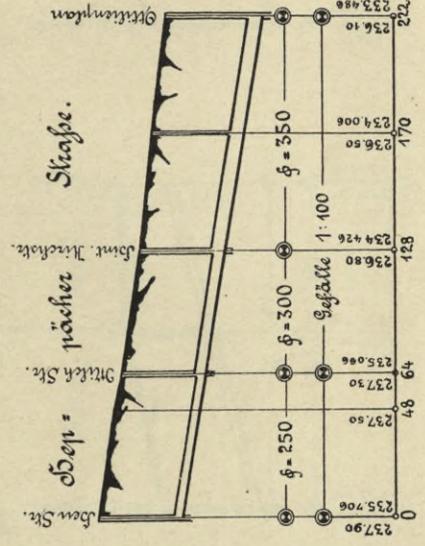
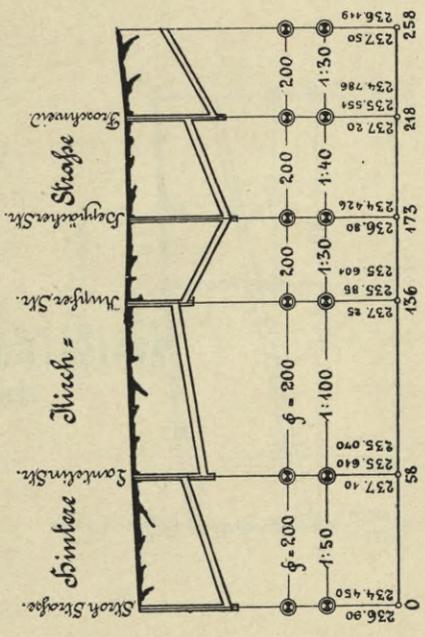
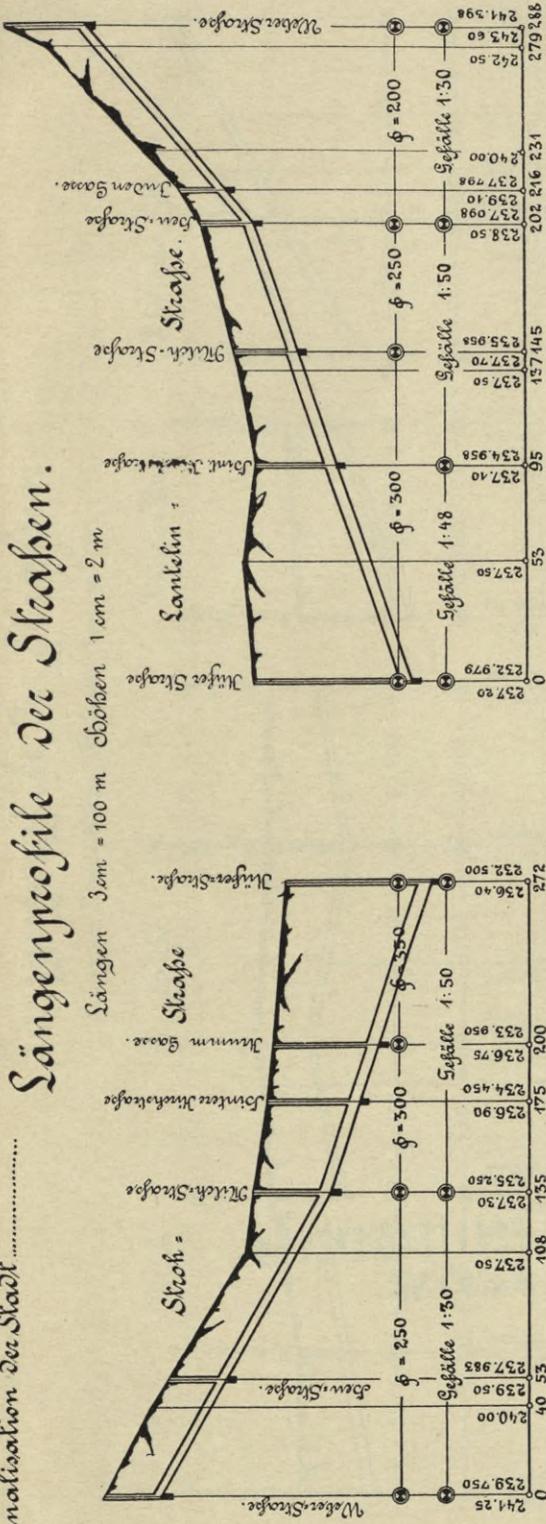


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Kanalisation der Stadt .....

# Längensprofile der Straßen.

Längen 3cm = 100 m überhöhen 1cm = 2 m

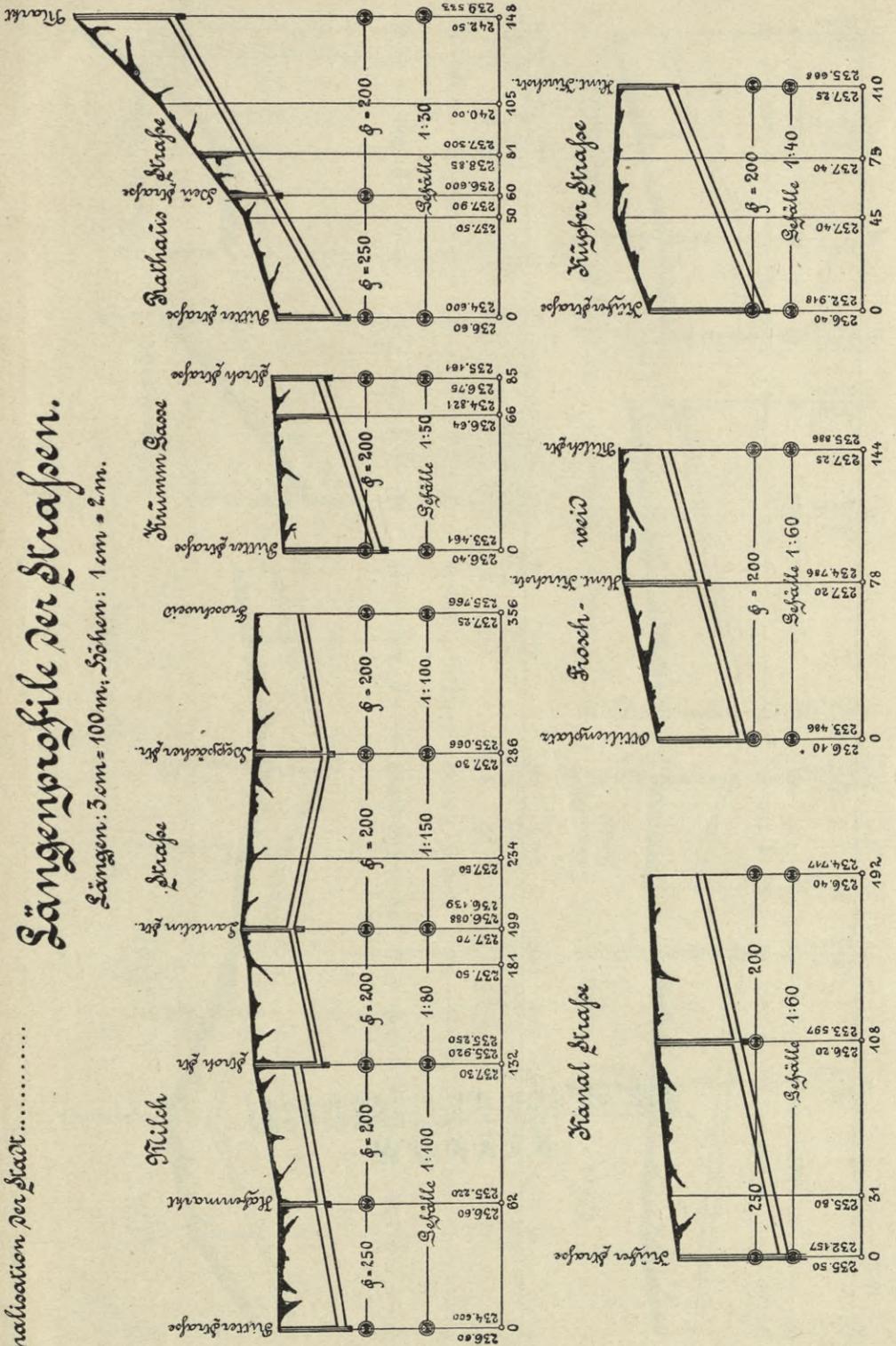


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Plananordnung der Stadt .....

# Längenprofile der Straßen.

Längen: 5 cm = 100 m., Höhen: 1 cm = 2 m.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



№	Imię i nazwisko	Adres	Wzrost	Waga	Temperatura	Ciepota
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...
61	...	...	...	...	...	...
62	...	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...	...
64	...	...	...	...	...	...
65	...	...	...	...	...	...
66	...	...	...	...	...	...
67	...	...	...	...	...	...
68	...	...	...	...	...	...
69	...	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...	...
71	...	...	...	...	...	...
72	...	...	...	...	...	...
73	...	...	...	...	...	...
74	...	...	...	...	...	...
75	...	...	...	...	...	...
76	...	...	...	...	...	...
77	...	...	...	...	...	...
78	...	...	...	...	...	...
79	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...
81	...	...	...	...	...	...
82	...	...	...	...	...	...
83	...	...	...	...	...	...
84	...	...	...	...	...	...
85	...	...	...	...	...	...
86	...	...	...	...	...	...
87	...	...	...	...	...	...
88	...	...	...	...	...	...
89	...	...	...	...	...	...
90	...	...	...	...	...	...
91	...	...	...	...	...	...
92	...	...	...	...	...	...
93	...	...	...	...	...	...
94	...	...	...	...	...	...
95	...	...	...	...	...	...
96	...	...	...	...	...	...
97	...	...	...	...	...	...
98	...	...	...	...	...	...
99	...	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...

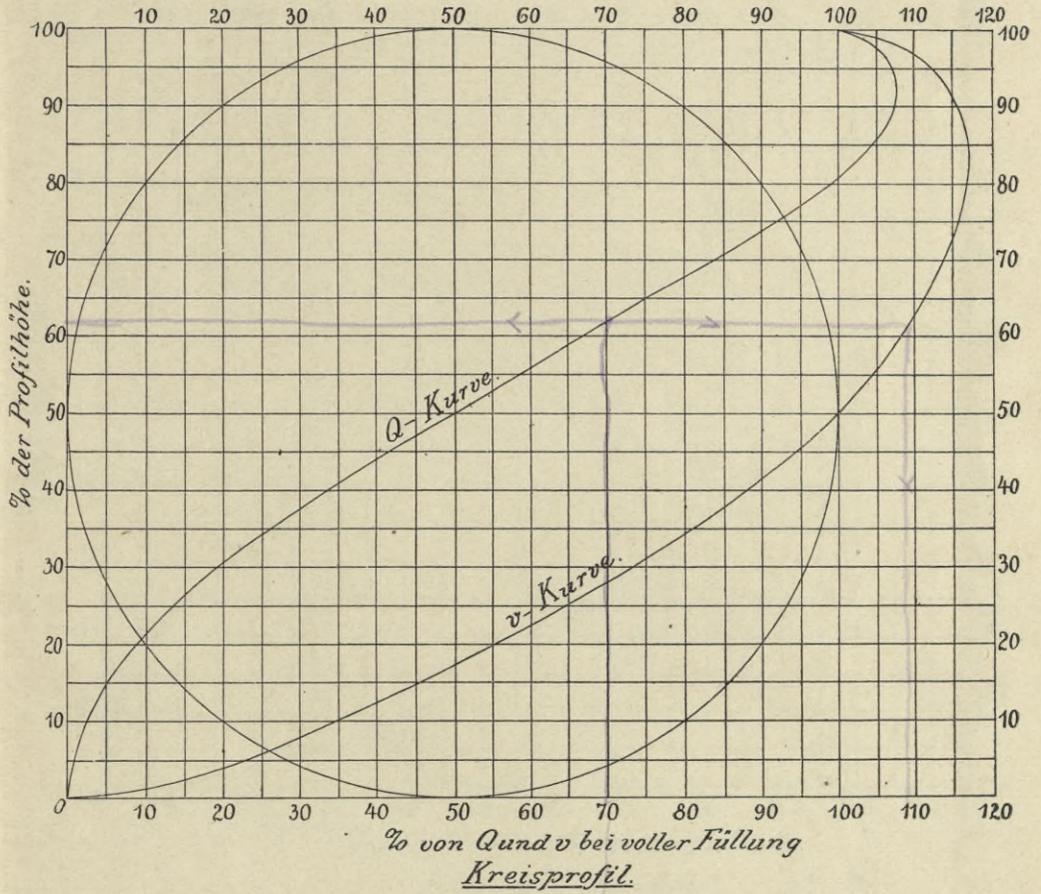
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



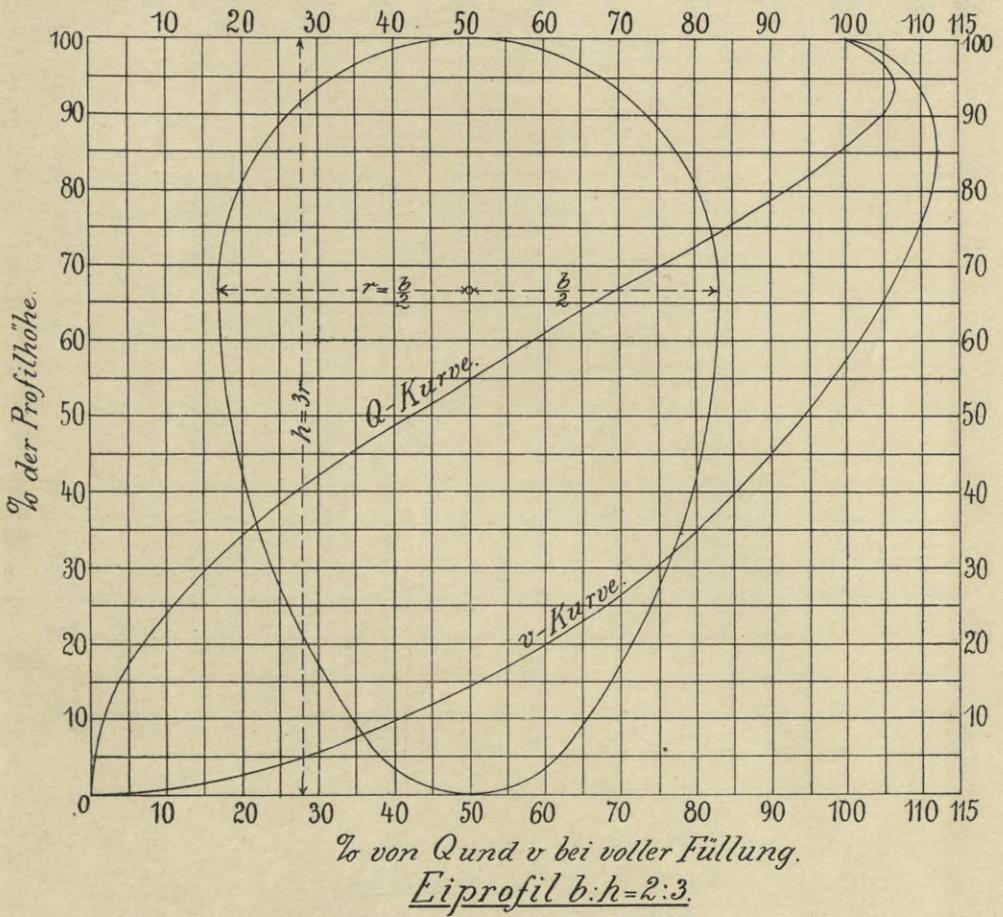
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



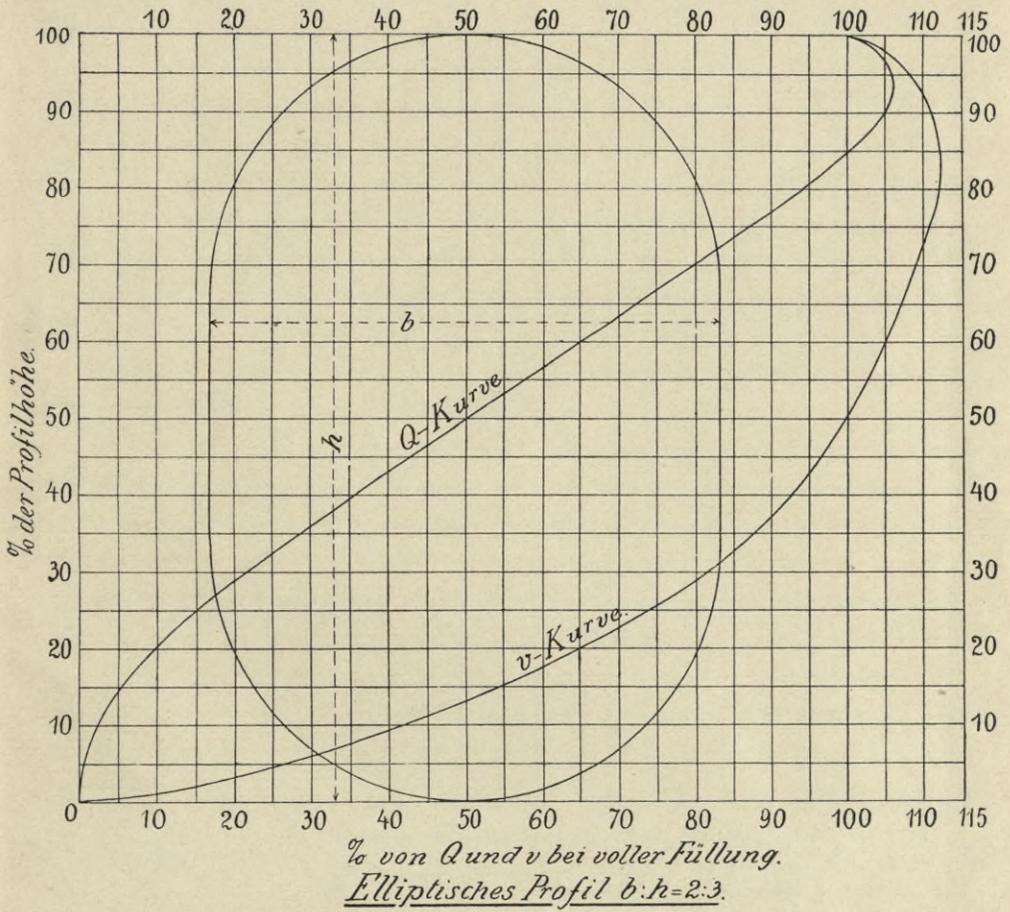
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



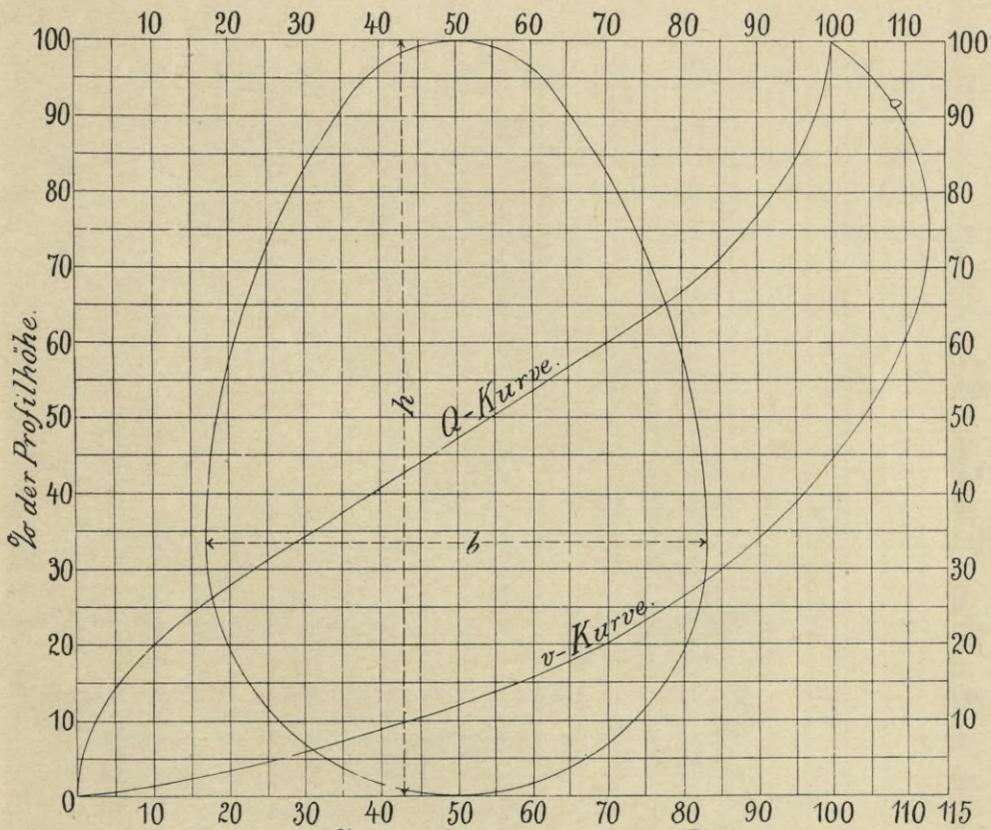
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

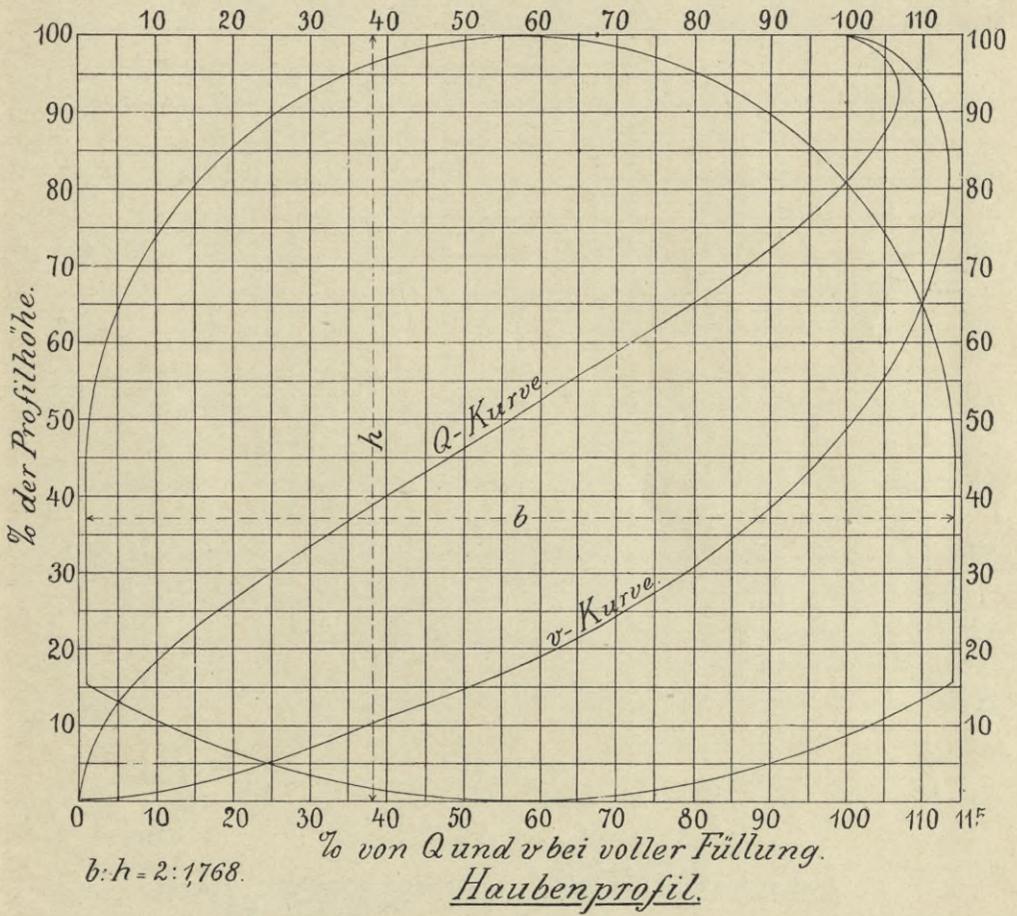


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

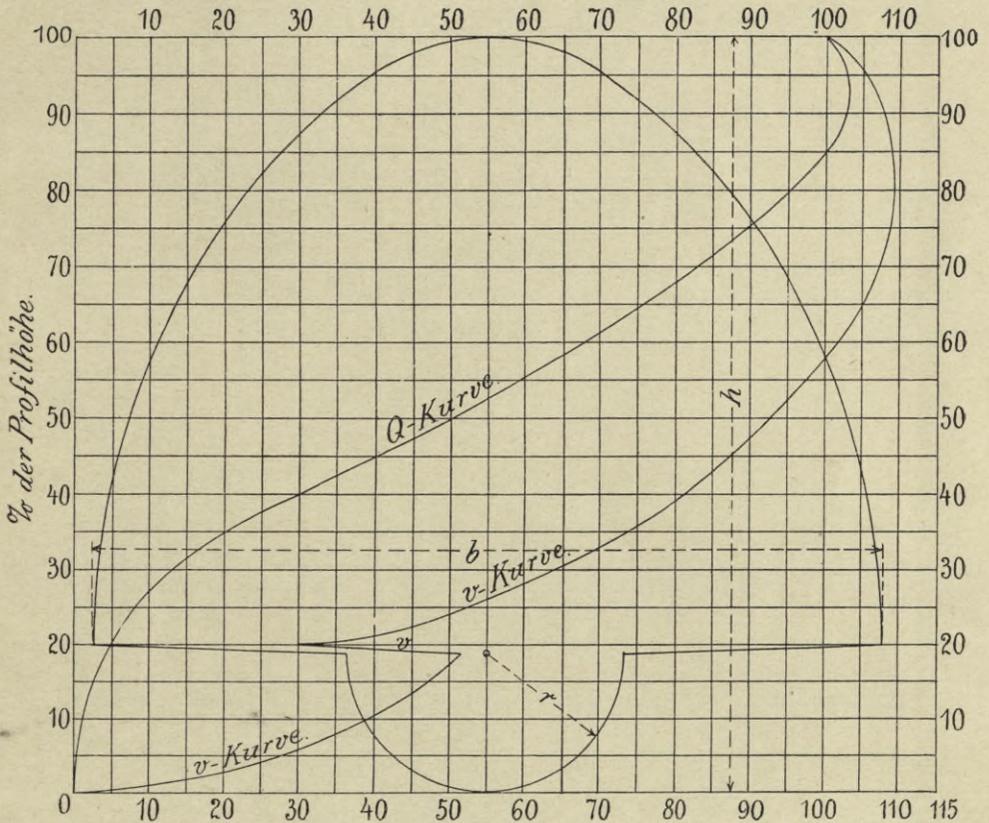


% von Q und v bei voller Füllung.  
Umgekehrtes Hiprofil  $b:h=2:3$ .

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



$h = 0,95b$

$r = 0,18b$

(Konstr Abb 56)

% von Q und v bei voller Füllung.

Haubenprofil mit Schmutzwasserrinne.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-306697

L.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298788