

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305632

L.
Über die

Kanalisation kleinerer Städte

und

Reinigung der Abwässer.

Von

Gustav König,
Ingenieur in Herford.

Mit 27 in den Text gedruckten Abbildungen.

Separatabdruck aus L. Haarmann's Zeitschrift für Bauhandwerker.

J. B. 19497



Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.
1894.

M. 5.5

Über die

Kanalisation kleinerer Städte

und

Reinigung der Abwässer.

von

Günther König
Ingenieur in Berlin



III 33400

Separatdruck aus J. Hansens's Zeitschrift für Bauhandwerker.

Halle a. S.
Druck und Verlag von Wilhelm Kopp

1894

Akc. Nr.

2219/60

Unter Kanälen versteht man künstlich hergestellte Gerinne für Wasserläufe. Diese können offen oder unterirdisch sein; und man unterscheidet Kanäle für Schifffahrtzwecke und Kanäle für Be- und Entwässerung von Ländereien und Städten. Wir haben es hier nur mit den Kanälen der letzteren Art zu thun.

Die ältesten Kanäle sind angelegt worden zur Bewässerung sonst unfruchtbarer Ländereien. Derartige Kanäle finden sich von der frühesten Kulturzeit her bei den Ägyptern und den Griechen. Der Nil steigt nicht jedes Jahr zur gleichen Höhe. Wird bei einem kleinen Hochwasser das Land nicht genügend überschwemmt, so tritt Missernte ein. Aber diesem Übelstande zu begegnen, legten die Pharaonen ausgedehnte Kanalanlagen an, mittels deren eine stets ausreichende Bewässerung erzielt, und das Wasser nach Bedarf auf den Äckern zurückgehalten und geregelt werden konnte. Wie einerseits diese Kanäle zur Bewässerung der Ländereien dienten, so dienten sie andererseits auch zur Ableitung des Wassers, also auch zur Entwässerung, wenn auch in anderer Weise als die jetzigen Drainagen.

Was die Drainagen für die Landwirtschaft bedeuten, das bedeuten die meistens unterirdisch angelegten Kanäle für das Leben in den Städten. Diese bilden wie jene eine Gruppe in die Erde versenkter Adern, in Gestalt von Röhren und gemauerten Kanälen, welche bestimmt sind, das Verbrauch- und Regenwasser, und auch die sonstigen flüssigen bzw. leicht in solchen Zustand zu versetzenden Abgänge, ferner auch das Grundwasser in einer Weise aus den Städten zu schaffen, welche mit wenig Belästigung für die Einwohner verbunden ist.

Nebenbei besteht der Zweck der Kanalisationen darin, die Überschwemmung der Straßen, Höfe u. s. w. bei Regen zu vermeiden, und den Boden für das Mauerwerk der Gebäude und die Keller trocken zu erhalten.

Krankheit und Sterblichkeit nehmen in gleichem Maße ab, wie die Reinigung der Städte zunimmt. So hat z. B. das ganz kanalisierte London trotz seiner Höhlen des Elends in der Woche von 1000 Personen reichlich 20, das nur zum Teil kanalisierte Paris 30 Tote. So lange Berlin unvollständig kanalisiert, dagegen mit Senkgruben auf den Höfen und in die Rinnsteine geleiteten Wasserklosetts versehen war, entfielen 36 Tote auf je 1000 Einwohner in der Woche, jetzt durchschnittlich nur 28 Tote.

Der Gedanke, die Verbrauchswässer durch Kanäle aus den Städten zu entfernen, ist keineswegs neu. Bereits das alte Rom hatte vor mehr als 1800 Jahren ein ausgedehntes Kanalnetz, welches in sorgfältigster Weise berechnet und ausgeführt war. Das alte Rom, von welchem das jetzige nur ein schwacher Abglanz ist, war auf sieben Hügeln er-

baut. Nach den Niederungen zwischen diesen zogen sich naturgemäß die sämtlichen Feuchtigkeiten, sie ungesund und daher unbewohnbar machend, wenn nicht die zusammenfließenden Wasser in Kanälen aufgenommen wurden.

Alle Zweigleitungen vereinigten sich in eine Hauptleitung: die „Cloaca maxima“, welche in den Tiberfluß mündete. Dieses Kanalnetz wurde gespült und gereinigt, durch die, vermittelt einer Wasserleitung (Aquaduct) in die Stadt geführten Wassermassen, welche zum Privatgebrauche, zur Speisung öffentlicher Brunnen und für die Menge öffentlicher Bäder bestimmt war. Große Summen von Geld mußten jährlich verausgabt werden, um dieses Kanalnetz und seine Baulichkeiten in Ordnung zu halten und zu reinigen; hatte doch die „Cloaca maxima“ eine Breite von beinahe acht Metern.

Durch den Kaiser Trajan wurde das Kanalnetz noch durch ein großes Becken vervollständigt, welches, wie der Tiberstrom, mit festen Mauern eingedämmt war. Dieses stand mit dem Aufsenhafen so in Verbindung, daß das Wasser des Meeres hineindringen konnte und diente einerseits als Sammelbecken für die Unreinigkeiten, welche aus den Kanälen in den Tiberstrom und von diesem in das Becken gelangten, andererseits aber auch als Hafen. Zum Teile ist dieses Kanalnetz noch heute in Wirksamkeit.

Auch in vielen anderen römischen Städten, z. B. am Rhein, waren bereits unterirdische Kanäle vorhanden, wenn auch keine vollständigen Netze.

Im Zusammenhange mit dem Verfall des römischen Reiches, mit dem Niedergange des Wohlstandes im allgemeinen kamen mit den übrigen öffentlichen Nützlichkeitsanstalten auch die Kanalisationen in Vergessenheit, und wo noch keine Kanäle vorhanden waren oder diese verfielen, wurden keine gebaut und die verfallenen nicht erneuert. Das Verbrauchswasser aus den Wohnungen mußte sich gemeinsam mit dem Regenwasser in den Straßenrinnen entlang einen Weg zum nächsten Flußbette suchen, wobei während der heißen Sommermonate ekelhafte Ausdünstungen aus ihnen die Gegend verpesteten und der Boden verjaucht wurde.

Leider ging mehr als ein und ein halbes Jahrtausend dahin, bevor man darin Änderung zu schaffen versuchte, und noch heute giebt es wenige Städte, welche sich einer vollständig durchgeführten Kanalisation zu erfreuen haben, doch allorten regt sich das Bestreben, auch hierin Ordnung zu schaffen. — Die Not mußte erst ihren Zwang ausüben, ehe man soweit gelangte, und diesem Jahrhundert, ja fast erst den letzten Jahrzehnten desselben, war solcher Umschwung in den Anschauungen vorbehalten.

Heute haben die unterirdischen Kanäle im Volksbewusstsein bereits eine solche Bedeutung erlangt, daß es eine

Pflicht für einen jeden Techniker, jeden Arzt, fast möchte ich sagen, für jeden Laien geworden ist, sich mit den allgemeinen Grundregeln, nach welchen solche Anlagen geschaffen werden, bekannt zu machen. Leider ist es behördlich noch an vielen Orten erlaubt, ja sogar vorgeschrieben, zur Aufnahme der Schmutzwasser Senkgruben anzulegen, welche mit gemauerten Wandungen versehen, ohne Sohle manchmal bis unter den Grundwasserstand reichen und bestimmt sind, das Wasser im Boden versickern zu lassen, während die festen Stoffe von Zeit zu Zeit ausgeräumt werden. Solche Senkgruben verjauchen den Boden und sollten nirgends gestattet werden. Je größer die Städte sind, um so notwendiger ist darauf zu sehen, daß derartige Anlagen nicht geschaffen und wo sie vorhanden sind, entfernt werden, da die Unratstoffe wieder in das Trinkwasser gelangen und diese zu menschlichem Genusse dienen müssen. Es ist ja längst wissenschaftlich festgestellt und allgemein bekannt, daß gewisse Krankheiten, Cholera, Typhus, Malaria u. s. w. auf die Sättigung des Bodens mit solchen Fäulnisstoffen zurückzuführen sind. Bedauerlicherweise ist in den meisten alten Städten der Boden bereits so verjaucht, daß das Grundwasser nicht mehr als Trinkwasser benutzt werden kann.

Wie groß schon die Menge der in den Boden gelangenden Stoffe selbst bei Vorhandensein ordnungsmäßiger Abortanlagen ist, ergibt sich aus einer Mitteilung im „Dresdener Anzeiger“ 1884, No. 23.

„Bei einer Bevölkerung Dresdens von über 200 000 Einwohnern ergeben sich jährlich mindestens über 100 000 cbm Fäkalien, welche Menge bei den vielfach stattfindenden Verdünnungen mit Wasser in Wirklichkeit noch größer ist, wenn auch durch die öffentlichen Pissoirs und mit Erlaubnis der Behörden durch eine beschränkte Zahl von Wasserklosetts ein Teil in die Elbe abgeleitet wird. Von dieser notwendigerweise in Dresden sich ergebenden Fäkalmenge wurden seither im Jahre nicht viel mehr als 50 000 cbm durch den Düngerabfuhr mittels Achse aus der Stadt geschafft. Selbst in Berücksichtigung der verhältnismäßig geringen Fäkalmasse, welche bei land- oder gartenwirtschaftlichen Grundstücken unmittelbare Verwendung findet und derjenigen Menge, die in Latrinenfässern noch jetzt durch Landwirte abgeholt wird, folgt aus der hervorgebrachten und wirklich abgefahrenen Menge, daß nahezu 50 000 cbm in Dresden nach unbekanntem Orten hin, teils durch die Kanäle, größtenteils aber im Untergrunde verschwinden.“

Wie groß müssen aber die Übelstände sein, wenn alles in Senkgruben mit undichten Wandungen geleitet wird.

Um solche Mißstände zu verhindern, baut man Kanäle.

Die Art der Abgangsstoffe, welche durch die „Kanalisation“ fortgeschafft werden sollen, ist nicht in allen Fällen gleich. Dieselben bestehen erstens aus dem auf Straßen, Gebäuden und Grundflächen niederfallenden Regenwasser, welches zunächst von den Rinnsteinen der Straßen aufgenommen und der nächsten Abflusstelle zugeführt wird, sodann kommen die Abfluswässer aus den menschlichen Wohnungen und den Ställen in Betracht, die aus den Abflüssen der Küchen, den Klosettabgängen u. s. w. zusammengesetzt sind. Schließlich bilden die gewerblichen Abflüsse einen bedeutenden Teil der Abgangswässer.

Die Menge der Abfluswässer hängt nicht unwesentlich davon ab, ob eine Stadt mit Wasserleitung versehen ist, oder der Wasserbedarf aus Brunnen gedeckt wird. Je bequemer das Wasser zu entnehmen ist, um so mehr wird gebraucht.

In frühester Zeit haben die natürlichen Quellen und Flüsse zur Versorgung der Menschen und ihrer Hausgenossen mit Wasser dienen müssen. Daher sind denn auch die meisten Städte an einem Flusse oder wenigstens Bach angelegt worden. Späterhin lernte man künstliche Quellen schaffen, indem man Löcher in die Erde grub und das Grundwasser aufsuchte, bis dann auch diese Anlage für die Versorgung großer Menschenansammlungen (großer Städte) nicht mehr ausreichte und auf künstlichem Wege, durch Aquaducte (Wasserleitungen), dem Verlangen nach frischem gesunden Wasser Genüge geleistet werden mußte. So wurde das alte Rom, wie wir bereits erwähnt, durch eine großartige Wasserleitung mit gutem Wasser versorgt, und mit Staunen betrachten wir auch das gewaltige Bauwerk, welches von den Römern zu gleichen Zwecken für die Stadt „Nimes“ erbaut worden ist, sowie die vielen von den Römern angelegten Reste solcher Aquaducte in alten römischen Niederlassungen. Heute legt man unterirdische Wasserleitungen zur Beschaffung gesunden Trinkwassers an. Das sämtliche in die Städte eingeführte Wasser muß durch die Kanalisation als Abgangswasser wieder entfernt werden.

Der Kampf um die Frage „Kanalisation oder Abfuhr“ ist noch nicht lange erloschen, praktisch ist aber diese Frage dahin entschieden, daß der Bequemlichkeit und Annehmlichkeit halber in der Regel große Städte „Schwemmkanalisation“ mit Abführung der Klosettstoffe, kleine Städte Kanalisation nur für die Abführung des Regen- und Küchenwassers, auch wohl des letzteren allein, anlegen, dagegen die Klosetthalte durch Abfuhr beseitigen, während die festen Stoffe, Kehricht, Asche u. s. w., überall durch Abfuhr entfernt werden. Ferner haben einige wenige Städte getrennte Kanalisation eingeführt, d. h. sie entfernen die unschädlichen flüssigen Abgänge von den schädlicheren getrennt, in besonderen Rohrleitungen aus den Städten.

Die so aus den Städten entfernten Abflusstoffe sind damit aber noch nicht aus allem Bereiche menschlichen Daseins entfernt, es ist also erforderlich, die Abflusstoffe auch ferner auf Wege zu leiten, auf welchen sie ohne weitere Nachteile dem großen Ablagerungsbecken — dem Meere — zugeführt, bezw. vorher verzehrt, d. h. in unschädliche Stoffverbindungen übergeführt, oder der Landwirtschaft dienstbar gemacht werden können.

In erster Linie kommen für die Aufnahme der Abfluswässer die Flusläufe in Betracht, welche als die tiefsten Punkte der Flussthäler ihr Gebiet entwässern müssen, es fragt sich nur, ob man unbeschadet der Gesundheit der Anwohner die Einführung ohne weiteres, oder nur in geklärtem Zustande bewirken darf. Jede Klärung, d. h. Reinigung der Abwässer — in welcher Weise sie auch erfolgen mag — ist mit Kosten verknüpft, weswegen die Abführung in ungeklärtem Zustande möglichst überall dort bevorzugt wird, wo die Bedingungen für die Einführung ungeklärter Abwässer in den Flußlauf ausreichend günstig sind.

In den Kanalabfluswässern sind es die Stickstoffverbindungen, welche zur Fäulnis geneigt sind und daher die

Kanalwasser zu gefährlichen Stoffen machen, sofern sie in Gärung übergehen können. Dieses ist aber unter entsprechenden Verhältnissen stets der Fall. In frischem Zustande sind die stickstoffhaltigen Stoffe nicht nur unschädlich, sondern sogar im Gegenteil, wie bekannt, für die Fischzucht nützlich, indem sie den Fischen zur willkommenen Nahrung dienen. Es ist ja bekannt, daß die Fische ganz besonders gern alle solche Stellen der Flüsse aufsuchen, an welchen sich organische Stoffe enthaltende Schmutzwässer in dieselben ergießen, welche sie dann als schmackhafte Nahrung betrachten. Ist aber Fäulnis organischer Stoffe im Wasser eingetreten, so unterliegen alle lebenden Wesen schnell den schädlichen Folgen derselben. Die Schmutzwasser im allgemeinen, d. h. solche mit ungefährlichen Stoffen, nicht mit leblosen oder lebenden Giftstoffen geschwängerten Wasser, insbesondere daher die Abflusswässer der Städte, auch Spüljauche genannt, sind sonach in frischem Zustande unschädlich, sofern sie keine krankheitsregenden Lebewesen enthalten.

Durch verschiedene Zersetzungen von Kanalwässern ist festgestellt, daß der Stickstoffgehalt nicht wesentlich verschieden ist, ob die Klosette hineingeführt werden oder nicht. Das Kanalwasser von Danzig zeigte auf 1 Liter 64,8 mg Stickstoff und 683 mg Gesamt-Rückstand, darunter 356 mg schwimmende Stoffe. In England enthielt das Kanalwasser ohne Fäkalien auf 1 Liter 65 mg Stickstoff und 834 mg Gesamt-Rückstand, darunter 213 mg schwimmende Stoffe.

Wenn der Flußlauf, welchem das ungereinigte Wasser zugeführt wird, oder werden soll, eine im Vergleich zu den zugeführten Schmutzwässern bedeutende Menge reinen Wassers mit sich führt und mit großem Gefälle dieselben schnell fortschafft, also erstens ein ausreichender Grad von Verdünnung stattfindet, und zweitens die lebenden Stoffe der Abflusswässer durch die Selbstreinigung des Flusses schnell zerstört werden, so wird die Einleitung der ungereinigten Kanalwässer in den Fluß unzweifelhaft ohne irgend jedes Bedenken stattfinden dürfen. Auch ist ein großer Unterschied in Bezug auf die Jahreszeiten vorhanden. Während im strengen Winter ungehindert große Mengen fäulnisfähiger Stoffe den Flußläufen, ohne nachteilige Folgen, übergeben werden können, weil die Sonnenwärme zur Fäulniserzeugung erforderlich ist, und ehe diese eintritt, der größte Teil der abzuleitenden Masse dem Meere zugeführt sein wird, bedarf es in der heißeren Jahreszeit nur eines geringen Zusatzes organischer Bestandteile, um schädliche Zustände hervorzurufen. Hieraus geht hervor, daß es wohl zulässig sein kann, während der kälteren Jahreszeit Abflusswässer den Flüssen ungereinigt zu übergeben, während in den heißen Sommermonaten schon eine durchgreifende Reinigung stattzufinden hat. Hierbei kommt ferner in Betracht, daß in der kühleren Jahreszeit sich stets eine größere Wassermenge in den Flußbetten bewegt und dadurch eine größere Verdünnung der Abflusswässer hervorgerufen wird. Dabei ist der stets vorhandene Zutritt von Grundwasser in die Flußläufe von großer Bedeutung.

Dr. Fleck sagt darüber in seiner Arbeit „Über Flußverunreinigungen“:

„Jeder Wasserlauf bildet im Querschnitt eines Flußthales den tiefsten Punkt desselben, und mit dem Wasser bewegen

sich auch die auf den Entwässerungsgebieten auftretenden Tagewässer, wie die von dem Erdboden aufgesaugten atmosphärischen Niederschläge in den tiefen durchlässigen Schichten den tiefsten Punkten des Thales, dem Thalboden, zu. Auf diese Weise kann die Speisung eines Flußlaufes durch Tagewässer und Grundwässer zugleich erfolgen, so daß, während die ersteren hauptsächlich die Reinheit des Wassers beeinflussen, letztere vorwiegend regelnd auf die Wasserhöhe im Flußbette und auf die Wassergeschwindigkeit wirken.“

Für den Einfluß der letzteren sind folgende Angaben maßgebend:

In der Elbe bei Dresden beträgt z. B. die Geschwindigkeit des Wassers

bei 1 m Wasserstand unter Null (Kleinwasser)	0,5—0,6 m pro Sek.,
„ 0 „ „ (Normalwasser)	1,2—1,5 „ „ „
„ 6 „ „ über Null Hochwasser	2,0—2,5 „ „ „

Die vorüberfließende Wassermenge der Elbe bei Dresden beträgt nach zuverlässigen Messungen

bei niedrigstem Wasserstande 1,6 m unter Null	50,5 cbm pro Sek.,
„ Normalwasserstand, Nullpunkt	460,0 „ „ „
„ Uferhöhe, 3 m über Null	. . 1700,0 „ „ „
„ Hochwasser, 6,4 m über Null	4200,0 „ „ „

Der Wassergeschwindigkeit ist die Teilzahl aus Wassermenge und Flußquerschnitt gleich.

Die in der Zeiteinheit den Flußquerschnitt durchfließende Wassermenge wächst in quadratischem Verhältnis mit der Wasserhöhe. Da erstere fortwährenden Schwankungen unterworfen ist, so folgt, daß auch Flußgeschwindigkeit und Wasserstand stetig wechseln.

Mit diesem Wechsel des Stromlaufes geht aber ein stetes Sinken und Steigen der Reinheit, d. h. der Menge gelöster und ungelöster Stoffe Hand in Hand, und man war bisher berechtigt, anzunehmen, daß die Menge der letzteren dem Flußinhalt umgekehrt gleich wachse, d. h. daß ein Flußwasser um so mehr verunreinigt sein müsse, bei je kleinerem Wasserstande die Zuführung verunreinigender Zuflüsse erfolge und daß demnach maßgebende Ergebnisse aus Flußwasser-Untersuchungen jederzeit zu erwarten stehen wenn letztere bei kleinem Wasserstande ausgeführt werden.

Diese Ansicht ist aber, wie weitere Erörterungen ergeben werden, nur bedingungsweise geltend. Und die in der Chemischen Zentralstelle in Dresden ausgeführten Untersuchungen haben in Bezug hierauf zu folgenden vorläufigen Ergebnissen geführt.

Um den Einfluß verhältnismäßig hoher Wasserstände zu kennzeichnen, verdient zunächst hervorgehoben zu werden, daß mit dem Eintritt und während der Dauer derselben berechnete Klagen über die Verunreinigungen der Flüsse und Bäche, wie sie bei anhaltender Trockenheit sehr häufig hervorgetreten, nicht, oder nur in untergeordnetem Grade zum Vorschein kommen. Und versucht man es, hierfür eine Erklärung zu geben, so ist zunächst hervorzuheben, daß mit dem Eintritt von Hochwasser und während desselben jederzeit sowohl eine Reinigung des Flußbettes wie zuma auch eine große Verdünnung der verunreinigenden Einflüsse Hand in Hand geht. Dauern derartige Hochwasserstände längere

Zeit an, oder wiederholen sie sich in kurzen Zwischenräumen, so ist die Möglichkeit der Ablagerung von Verunreinigungen an seichten Flussstellen und der Eintritt von Gärungs- oder Fäulnisvorgängen an letzteren auch während der warmen Jahreszeit vielfach ausgeschlossen, mithin eine Verunreinigung des Wassers durch Gärungs- oder Fäulnisstoffe als Ablagerungsprodukte gewerblicher oder häuslicher Abfälle und als Hauptursachen auftretender Klagen nicht mehr annehmbar. Hieraus ergibt sich selbstredend, dass, wenn man und so oft man den Eintritt von Kleinwasserstand als alleinigen Maßstab für die Vornahme von Flusswasser-Untersuchungen in den Vordergrund stellt, sich bei nicht trockenen Jahrgängen mit vorwaltenden Hoch- oder Mittelwasserständen, wie z. B. das Jahr 1883 ein solches war, aus angestellten Untersuchungen bei Kleinwasserstand nicht immer Ergebnisse gewinnen lassen, welche hinreichenden Stoff zur Erlangung gesetzgeberischer Anhaltspunkte liefern könnten. Ersteres würde vielleicht dann zu erlangen sein, wenn auf einen trockenen Frühling oder Sommer mit einer 15 Grad C. nicht unterschreitenden mittleren Tagestemperatur, lange andauernde Kleinwasserstände folgten, wie sie vor dem Jahre 1877 häufiger auftraten als in den verflossenen 7 Jahren.“

Wie oben bereits hervorgehoben, haben wir die Sohle eines Flussbettes zugleich aus den tiefsten Punkt des Fluss-thales zu betrachten. Die Durchlässigkeit der Flussbettwan-dungen, wie deren örtliche Durchbrechungen, bedingen den ununterbrochenen Verkehr des Flusseinhalts mit äußeren Zu-flüssen und erteilen dem Flusslaufe selbst die Rolle einer natürlichen Drainage des Fluss-thales. Hierdurch vollzieht sich ein durch den Flusslauf bedingter Selbstreinigungs-prozess des Fluss-thales, der von um so größerer Bedeutung wird, je bevölkerter sich die Umgebung des Flusses gestaltet. Würde man demselben in der Weise entgegenzutreten, dass man die Zuführung aller Abfallwässer zu dem Flussbette verhinderte, so würde sich sehr bald die Aufstauung von Abfällen in einer sehr gefährdenden Weise bemerkbar machen, wie dies bei dem Berieselungsverfahren bereits mehrfach zur Geltung kommt. Es würde während der Flusss die natürliche Entfernung der städtischen und ländlichen Ausflüsse in der schnellsten und pünktlichsten Weise vollzieht, das Aufhören dieses Selbstreinigungsprozesses des Fluss-thales letzteres im Laufe der Zeit zu einem Fäulnisherde umgestalten und zu-gleich den Bestand vieler Industriezweige in Frage stellen. Wer also die Zuführung aller Tagewässer von einem Fluss-laufe verbietet, ohne denselben eine entsprechende Abfuhr zu sichern, erkauft die Reinheit des ersteren mit der Un-reinheit seiner Umgebung und mit den Folgen derselben. Andererseits ist nicht zu verkennen, dass die Überbürdung eines Flusses mit verunreinigten Tagewässern zu Belästigungen führen kann, die eine Regelung der Angelegenheit wünschens-wert erscheinen lassen. Inwieweit hierbei die sanitäre Bedeu-tung in Frage kommt, ergibt sich aus einem Vortrage des Königlich Sächsischen Landes-Medicinal-Collegiums, welchen dasselbe auf Grund in dem Königreiche Sachsen angestellter Erörterungen im Jahre 1878 an das Königlich Sächsische Ministerium erstattete. In diesem Referate heisst es u. a.:

„Aus Vorstehendem wird man den Eindruck empfangen, dass trotz der grossen Zahl von Stellen, an denen eine erhebliche Verunreinigung der Wasserläufe stattfindet, eine

Zahl, welche nach den in verschiedenen Berichten zu lesen-den Äußerungen bei genauer Prüfung sich noch vermehren dürfte, doch in nur sehr einzelnen Ortschaften eine Schädigung der Gesundheit der Bewohner hat beobachtet werden können. Es stimmt das Ergebnis allerdings überein mit denen, welche namentlich in England bezüglich dieses Einflusses der Flussverunreinigung auf die Gesundheit der Anwohner bei Gelegenheit staatlich angeordneter Erörterungen in mehreren Teilen des Landes gefunden worden sind. Von der Ansicht geleitet, dass die von den Flüssen ausgehende gesundheits-schädigende Wirkung in einer vermehrten Erkrankungs-fähigkeit und weiter in erhöhter Sterblichkeit der Anwohner sich erkennbar machen müsse, hatte man dort die Sterblichkeits-verhältnisse der an den verunreinigten Flüssen liegenden Orte und Ortsteile mit denen entfernt liegender verglichen, hatte aber dabei die Überzeugung gewonnen, dass, wenn eine von den Flüssen ausgehende Gesundheitsschädigung vorhanden sei, dieselbe durch andere, die Sterblichkeit er-hörende Umstände, wie Überfüllungen der Wohnungen, un-genügende Ernährung und sonstige gewöhnliche Folgen der Armut ganz verdeckt oder durch die entgegengesetzten Um-stände des Wohlstandes ausgeglichen wurde. Ein bestimmter Nachweis der gesundheitsschädlichen Störungen war nicht erlangt worden.“

Nach König „Die Verunreinigung der Gewässer“ u. s. w. beträgt der Unterschied in den Wassermengen folgender Flüsse:

	Niedrigste Wassermenge. cbm	Höchste Wassermenge. cbm	Verhältnis der schwankenden Wassermasse.
1. Rhein bei Lauterburg	465	5010	1 : 10,8
2. der Maas	33,4	600	1 : 17
3. Isar bei München . .	41,5	1500	1 : 36.

Es fragt sich nun, wie groß die Verdünnung der Kanalwässer sein muß, um ohne schädliche Folge ihre Fortführung durch die Flussläufe gestatten zu können? Um-fassende Untersuchungen haben bereits über diese Frage stattgefunden, ohne indessen zu bestimmten Grundsätzen zu führen, weil bei Beurteilung dieser Frage eine große An-zahl verschiedener Umstände mitsprechen.

Zuerst ist zu erwägen, in welcher Weise die Kanal-wässer mit organischen Bestandteilen beladen sind, und ob die Stadt mit Wasserleitung versehen ist, ferner ob die Kanal-wässer mit den Regenwässern gemeinschaftlich oder getrennt abgeführt werden sollen. Sodann kommt es darauf an, in wie hohem Maße das Flusswasser bereits vorher verunreinigt und wie stark dessen Gefälle ist. Zum Schlusse aber auch, wie schon erwähnt, ob dem Flusse, unsichtbar für das be-obachtende Auge eine größere oder kleinere Menge von Grundwasser oder klarem Quellwasser zufließt.

Der Zudrang des Grundwassers wird stets den jeweiligen Wasserständen in den Flüssen entsprechend, von verschie-denen Umfange sein. Bei Niedrigwasser wird ein größerer Teil der Grundwasserschicht bloßgelegt, es wird somit so lange das Grundwasser auszutreten vermögen, bis eine Aus-gleichung der Wasserstände stattgefunden hat, während um-gekehrt bei Hochwasser das Grundwasser im Boden aufgestaut wird. Äußerlich sichtbar wird der Zutritt des Grundwassers in dem Flussbette erst dann, wenn an einigen Stellen größere Mengen, z. B. an den Uferändern, bei Niedrigwasser, aus-

treten, d. h. die Grundwassermengen sehr bedeutend sind. An solchen Stellen zeigt sich oft lockerer Trieb sand als sichtbares Zeichen des austretenden Wassers, von welchem er mit fortgerissen worden ist.

Wie bedeutend der Einfluss gerade des Grundwassers auf die selbstreinigende Kraft der Flussläufe sein kann, geht aus einer höchst lehrreichen Untersuchung hervor, welche Dr. Fleck ebenfalls in seiner bereits angezogenen Arbeit über Flussverunreinigung veröffentlicht hat.

„Die Kanalisation der Stadt Dresden führt in der Stunde 643 kbm Wasser dem Elbestrom zu, welcher bei kleinem Wasserstande in der Stunde 180000 kbm Wasser vorbeiführt. Die somit entstehende Verdünnung des Kanalwassers ist 3,57:1000 oder rund 1:300. Zwei bei diesem Wasserstande fast zu gleicher Zeit, die eine oberhalb der Stadt, in der Nähe des Dresdener Wasserwerkes, die andere unterhalb der Stadt entnommene Proben (hinter dem Einflusse der Weißeritz in die Elbe) ergaben, dafs das mit dem Kanalwasser verunreinigte Elbwasser weniger organische Stoffe enthielt, als das nicht verunreinigte.“

Pettenkofer gelangte bei seinen Untersuchungen des Isarwassers ober- und unterhalb Münchens zu gleichen Ergebnissen, indem er feststellte, dafs das Wasser oberhalb Münchens 243,2 Milligramm Rückstand im Liter hatte, unterhalb 252,4 Milligramm und die Quellen oberhalb Münchens, sowie die Brunnen in München sämtlich mehr als 250 Milligramm enthielten. Aus seinen Arbeiten leitet Pettenkofer den Schluss her, dafs selbst bei niedrigstem Wasserstande der Isar, wenn nur die Siele und Stadtbäche von München in den Fluss münden, unterhalb Münchens das Isarwasser viel reiner ist als im Winter bei der fünf- bis siebenfachen Menge, welches von gefallenem Regen und geschmolzenem Schnee stammt, das auf seinem Laufe organische Teile aller Art mitreift. München hat 280000 Einwohner und die Isar führt dort 40 kbm Wasser in der Sekunde bei niedrigem Wasserstande fort, dabei findet 40fache Verdünnung des Kanalwassers statt.

Wichtiger noch als der Grundwasserzutritt ist das Gefälle des Flusses, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Wasser in dem Flussbette bewegt.

Je gröfser die Geschwindigkeit des Wassers ist, um so schneller werden die Schmutzstoffe fortgeführt und um so gröfsere Wassermengen werden in gleichem Zeitraume zur Aufnahme der Schmutzwässer heranfliefsen. Ein schnell fliefsendes Wasser erwärmt sich ferner nicht so leicht als ein langsam fliefsendes und daher gehen die in ihm aufgenommenen organischen Stoffe auch nicht so schnell in Gärung über, andererseits findet auch eine schnellere Zersetzung der fäulnisfähigen Stoffe statt, vermöge des gröfseren Sauerstoffgehaltes, welchen das in gröfserem Mafse mit der Luft in Berührung tretende schnell fliefsende Wasser besitzt. Daher ist die selbstreinigende Kraft eines schnell fliefsenden Wassers eine bedeutend gröfsere als die eines trägen Flusses.

Diese Selbstreinigung der Flüsse ist, wie man durch eingehende Untersuchungen erwiesen hat, nichts anderes als vollständige Zerstörung (vollkommene Verbrennung) der vorher in Fäulnis übergegangenen (also halb verbrannten) organischen Bestandteile. An ihr haben Pflanzen niederer Ordnung, Spaltpilze (Diatomeen, Oscillarien u. s. w.) und Mikro-

organismen (das sind Lebewesen kleinster Art) einen hervorragenden Anteil. Die Pflanze höherer Ordnung entnimmt ihre Nahrung den leblosen Stoffen ihrer Umgebung und bedarf zu derselben hauptsächlich der Kohlensäure und des Wassers. Sie dient dem tierischen Körper zur Nahrung, welcher einen Teil der leblosen Bestandteile festhält, indem die in ihn gelangenden Stoffe durch Zerstörung umgewandelt werden. Die ausgeschiedenen Stoffe unterliegen aufserhalb des Körpers weiterer Umbildung durch Zerstörung, indem sie Lebewesen geringerer Ordnung in fortschreitender Reihenfolge zur Nahrung dienen, bis schliesslich die Spaltpilze die letzte Zerlegung bewirken. Diese, Aërobien genannt, wenn sie in Sauerstoff leben können, bewirken Verwesung und als Anaërobien (ohne Sauerstoff lebend) faulige Gärung. Die chlorophyllführenden Pflanzen niederer Ordnung zerlegen ihrerseits in ähnlicher Weise die fäulnisfähigen Stoffe der Kanalwässer.

Letztere entnehmen dem Wasser die in ihm enthaltene Kohlensäure, von der sie den Sauerstoff an das Wasser zurückgeben, welcher dann zur Zerstörung der organischen Stoffe dient, indem sie durch die Aërobien in Kohlensäure, Stickstoff und Wasser zerlegt werden. Nebenher findet seitens des Wassers eine stete Sauerstoffaufnahme an der Oberfläche statt, wie ja auch destilliertes Wasser durch Stehen an der Luft allmählich Sauerstoff aufnimmt und zu Trinkwasser werden kann und macht so die immerwährende segensreiche Thätigkeit der Aërobien und Spaltpilze möglich. Ein jedes Wasser mit grofser Oberflächen-Ausdehnung im Vergleiche zur Wassermenge wird daher auch die in ihm enthaltenen organischen Bestandteile schneller verbrennen lassen als ein tiefer, schmaler Fluss. Einem Flusse also, dessen Oberfläche sehr bewegt ist, d. i. einem schnell dahin eilenden, können unbedenklich verhältnismäfsig grofse Mengen von Schmutzwässern ohne schädliche Folgen zugeführt werden, weil ein solcher die gleiche Menge von fäulnisfähigen Bestandteilen zu verdauen vermag als ein grofser langsam und träge sich bewegender Strom.

Wie grofs aber die Selbstreinigung der Flüsse ist, wird uns klar, wenn wir uns vergegenwärtigen, dafs der Inhalt aller Flüsse, abgesehen von dem Quellwasser, welches als Grundwasser u. s. w. von den Seitenflüssen zugeführt und im Laufe aufgenommen wird, aus mit lebenden Bestandteilen geschwängertem Regenwasser und den Spüljauchen der an ihm gelegenen Städte zusammengesetzt ist, und doch ist die chemische Zusammensetzung des Wassers in der Nähe der Mündungen erfahrungsmäfsig keine wesentlich andere als an den ersten Anfängen. Köln entnahm früher, gröfstenteils auch heute noch, sein Wasserleitungswasser aus dem Rhein, nachdem dieser, oder seine Nebenflüsse Städte wie Mainz, Frankfurt u. s. w. passiert und deren Abflüsse aufgenommen hat, Altona aus der Elbe u. s. w.

Pettenkofer hat die bisher immer noch nicht ausreichend erklärte Thatsache der Selbstreinigung durch ein Versuchsverfahren zu ergründen gesucht und zu diesem Zwecke eine sich drehende Rinne konstruiert, welche durch einen Motor in Bewegung gehalten mit Kanalwasser gespeist wurde. Er fand, dafs das mehrere Stunden lang gedrehte Wasser viel klarer war, als das stehende, indem die schwebenden Teile sich an den Wandungen der Rinne festsetzten

und auch die Zahl der Bakterien überraschend schnell abnahm. Von dem Kanalwasser, welches 1746000 Bakterien auf 1 ccm enthielt, wurde eine Probe 24 Stunden lang auf etwas Grobsand gebracht, diese zeigte auf einer Kulturplatte gar keine Bakterien, auf einer anderen nur 20 auf einen Kubikzentimeter. Ein in gleicher Weise auf Krankheitskeime, in diesem Falle auf Milzbrandbakterien, ausgedehnter Versuch ergab das überraschende Ergebnis, daß dieselben den gleicherweise beigemischten Wasser- und Sielbakterien (Ärobien und Anaërobien) unterlegen waren. Von 340000 Wasserbakterien und 872400 Milzbrandbazillen waren nach siebenstündigem Drehen nur noch 14420 Wasserbakterien und 100930 Milzbrandbazillen vorhanden, dagegen nach 30 Stunden gar keine Milzbrandbazillen mehr, während die Wasserbakterien sich auf 1322400 im Kubikmeter vermehrt hatten.

Wie gefährlich andererseits die Einführung fäulnisfähiger Stoffe in die Flußläufe werden kann, trotz starker Verdünnung, geht aus dem nachfolgenden Berichte über einen zwischen der Stärkefabrik in Salzuflen als Verklagte und der Stadt Herford als Klägerin stattgefundenen Prozesse hervor.

Die letztere klagte gegen die Stärkefabrik wegen Verunreinigung des Wassers im Werreflusse, hervorgerufen durch die Abflüsse der Stärkefabrik. Es gelang der Klägerin, beim Amtsgerichte in Herford eine vorläufige Verfügung zu erzielen, nach welcher es der Stärkefabrik verboten ward (bei einer Strafe von 1500 Mark für jeden Tag) ungereinigtes Wasser in den Werrefluß abzulassen. Diese Strafe steigerte sich im Wiederholungsfalle auf das Doppelte u. s. w. In der Berufung gegen diese Verfügung beim Landgericht in Bielefeld wurde dieselbe dahin abgeändert, daß das Strafmaß von 1500 Mk. auf 25 Mk. für einen Tag herabgesetzt und der Fabrik ein Zeitraum von 14 Tagen zur Schaffung ausreichender Klärvorrichtungen belassen wurde. Das Reichsgericht bestätigte diese Entscheidung.

Der Werrefluß, um dessen Wasser es sich in diesem Prozesse handelte, entspringt im Teutoburger Walde, fließt durch das Lippesche Land, in welchem auch die Stärkefabrik belegen ist, wengleich nicht an der Werre selbst, sondern einem Nebenflusse derselben, „der Bega“, am Zusammenflusse der Salza mit dieser.

Seitens der Stadt Herford wurde in dem Prozesse geltend gemacht, daß das Wasser der Werre, eines Gebirgsflusses, früher silberklar gewesen sei und seit einigen Jahren sich immer mehr getrübt habe, bis endlich das herrliche Flußwasser zu einer stinkenden Jauche geworden sei. Dieses rühre einzig und allein davon her, daß die Stärkefabrik ungeläuterte Abwässer, sogen. „Schlampe“, in den Fluß gelangen lasse.

Die Klagen waren leider berechtigt, obgleich es sicher ist, daß die oberhalb der Stärkefabrik belegenen Städte und Fabriken auch ihr Teil Schuld an dem Zustande getragen haben. Seitens der Richter ist auch dieses keineswegs bestritten, dennoch ist die Fabrik im Vorprozesse verurteilt worden.

Zeitweilig — nicht immer in demselben Maße — verbreitete das Wasser einen durchdringenden, eigenartigen Gestank und auf dem trüben, mit feinen grauen Fäden durchzogenen, selbst schmutzig grau gefärbten Wasser

schwammen große schwarze Fladen, anscheinend aus Schaum zusammengeballt, welche im Innern eine unzählige Menge kleiner Würmer beherbergten.

Der Boden des Flußbettes und die Ufer waren mit einem schmutzigen, zähen Schlamm überzogen, welcher bei sinkendem Wasserstande einen abscheulichen Geruch verbreitete. An den Pflanzen und Steinen am Ufer hingen sich grauweiße lange Fäden auf, welche, zuerst in der Nähe der Fabrik sich zeigend, allmählich der Stadt Herford näher gerückt waren und endlich auch in der Stadt selbst häufiger sich zeigten. Die auf dem Wasser schwimmenden Fladen sammelten sich dicht vor und innerhalb der Stadt Herford an den Stauwerken der Mühlen zu tafelgleichen Flächen, welche die ganze Umgegend verpesteten. Vom Boden des Flusses stiegen immerwährend große Blasen auf. In dem Mühlhause der inmitten der Stadt belegenen Mühle zeigte sich ein starker Geruch nach Schwefel-Wasserstoff und die Eisenteile der Mühlräder waren mit einer Schicht von Schwefelmetall bedeckt.

In der Nähe der Flußarme, welche die Stadt durchziehen, stellten sich bei den Anwohnern Krankheiten ein, mit denen des Sumpffiebers ähnlichen Erscheinungen. Aus dem Gutachten des in dieser Prozessesache seitens der Stadt Herford vorgeschlagenen Gutachters, des Chemikers Poppe in Bielefeld, über den Inhalt des Werrewassers geht folgendes hervor.

Die mikroskopischen Untersuchungen ergaben als Bestandteile der schwarzen Fladen im wesentlichen Algenmassen: Bandalgen, Diatomeen in vorwiegender Menge, durchsetzt mit Pilzsporen und zahlreichen Bakterien, schwarzen, kernigen, strukturlosen Massen, Kristallsplittern, Pflanzenresten, Rotatorien und Wimper-Infusorien. Die fadenförmigen Gebilde an den Pflanzen des Flußbettes und die Fäden und Flocken, welche im Wasser schwammen, bestanden fast nur aus Bandalgen, durchsetzt mit Bakterien und anderen Infusionstierchen. Diese Schleimflocken gaben, sobald sie an die Luft kamen, einen ebenso starken Gestank ab, als die erst erwähnten Fladen. Stärke war in allen diesen Gebilden nicht vorhanden und weder auf mikroskopischem noch chemischem Wege zu finden. In dem Abflusswasser der Stärkefabrik waren nur zahlreiche Kristallsplitter zu erkennen, wenige Diatomeen und organische Reste.

Eine oberhalb der Stärkefabrik entnommene Probe Schlamm, welche äußerlich ähnlich dem Schlamm des unteren Flußbettes war, erwies sich als fast nur aus gelben Bandalgen, von anderer Form als die früheren, bestehend. Aus dieser Darstellung geht hervor, daß das Wasser vor der Stadt Herford mit Fäulnisprodukten stark beladen war, welche sich auf dem Wege von Salzuflen nach Herford — etwa 8 km — gebildet hatten.

Der oben genannte Sachverständige glaubte durch Versuche, welche er mit dem frischen Abflusswasser der Stärkefabrik angestellt hatte, nachweisen zu können, daß diese Fabrik die alleinige Ursache der Verpestung des Werreflusses sei.

Aus dem Befund der chemischen Untersuchung des Wassers durch Herrn Poppe ist ersichtlich, daß das Wasser der Bega oberhalb des Einlaufes der Fabrikwasser 4,40 Teile organischer Substanzen, unterhalb des Einlaufes 6,95 Teile

in 100000 Teilen Wasser enthielt. Diese anteilige Menge wird durch den Zutritt des Werrewassers nach der Einmündung der Bega in die Werre auf 4,95 Teile verdünnt, welche sich unterhalb des ersten Stauwerkes zeigen; vor der Stadt Herford haben sich dieselben wieder auf 5,4 Teile vermehrt. Aus den Arbeiten eines zweiten Sachverständigen, des Dr. Skalweit in Hannover, ist die Untersuchung interessant, welche derselbe bezüglich der Verdünnung der Fabrikwässer nach ihrem Eintritt in den Flußlauf angestellt hat. Es heisst in dem Gutachten:

Nach Angabe der Fabrik werden in 24 Stunden 1500000 Liter Abfluswasser in die Bega abgelassen.

Um nur einigermaßen die Verdünnung beurteilen zu können, wurden einige Messungen des Flusses oberhalb und unterhalb nach Profil und Geschwindigkeit vorgenommen.

Bei dem Trapez, Profil I von 7,0 m unterer und 7,3 m oberer Breite und einer Tiefe von 0,64 m wurde eine Geschwindigkeit von 46,154 m für die Minute, bei dem Trapez, Profil II von 6,1 und bezw. 6,4 m Breite bei 1,25 m Tiefe, eine solche von 25,35 m gefunden.

Diesen Zahlen entsprechen Wassermengen von: I. 394300 cbm in 24 Stunden, II. 282900 cbm in 24 Stunden, also durchschnittlich von 293600 cbm für 24 Stunden.

Die in 24 Stunden bei der Fabrik in einem Punkte vorbei fließenden Wassermassen der Bega dürften daher im Durchschnitt auf 300000000 Liter anzunehmen sein. Es wird daher das Abfluswasser in jedem Augenblicke mit der 200fachen Masse Begawasser verdünnt.

Da durch den Eintritt der mit dem Begawasser 200fach verdünnten Abflüsse in die wasserreiche Werre schon nach etwa 1 Stunde eine noch erheblich größere Verdünnung erzeugt wird, so sollte man annehmen, daß solch relativ kleinen Mengen schwebender Stoffe, wie sie dadurch in die Werre geführt werden, ein normales, natürliches Flußbett auch in vielen Jahrzehnten nicht zu beeinflussen imstande wären.

Wie sehr diese Voraussetzung mit dem analitischen Befunde im Einklang steht, ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

	Wasser der Werre			
	unmittelbar vor der ersten (Werler) Mühle.	unmittelbar hinter derselben	weiter unterhalb derselben (bei Ahmsen)	zwischen Ahmsen u. Herford, weiter nach Herford zu
Organische Stoffe *) . . .	0,085	0,078	0,069	0,058
„ „ **) . . .	0,140	0,150	0,160	0,140
Trockenrückstand bei 150°	0,550	0,560	0,570	0,550
Kalk	0,152	0,152	0,153	0,154
Magnesia	0,033	0,031	0,032	0,034
Schwefelsäure	0,073	0,074	0,068	0,065
Chlor	0,115	0,114	0,120	0,131

Nichtsdestoweniger ist der Zustand der Werre vor Herford ein so gänzlich versumpfter und allen Vorschriften der Hygiene Hohn sprechender, daß es unbegreiflich er-

*) Mit Permanganat titirt.

**) Durch schwaches Glühen des Rückstandes ermittelt.

scheint, wie derselbe von den Herforder Einwohnern so lange hat ertragen werden können.

Kommt man jedoch über Ahmsen hinaus, zwischen Ahmsen und der Mühle in Werl und zwischen dieser und der Fabrik, so ist der Unterschied geradezu überraschend u. s. w. Dieser Sachverständige kommt sodann zu der Ansicht, daß das Aufstauen des Wassers durch das Stauwerk der Mühle in Herford die Ursache des ganzen Unheils sei und weist nach, daß ein großer Teil des Wassers der Werre vor den Stauschützen verdunstet sein müsse, weil der Gehalt an Salzen im Wasser von Salzuflen aus immer größer werde. Die gleiche Ansicht spricht auch Herr Poppe in seinem Gutachten aus.

Herr Dr. Skalweit weist ferner nach, daß von ihm weit oberhalb Salzuflen in Lemgo entnommene Schlammproben aus dem Flußwasser genau ebenso zusammengesetzt sind, wie der Schlamm bei Herford, faulende Algen, Beggiatoa und Crenothrix enthaltend. Ebenso aus Pymont und aus der Salza oberhalb Salzuflen.

Das Gutachten schließt mit dem Satze:

Hier kann daher nur eine gründliche Reinigung, Anbringung von Grundschleusen und Regulierung des Flußbettes etwas helfen. Die Abstellung der Abwässer spielt hierbei eine ganz untergeordnete Rolle.

Aus dem vorher Gesagten scheint hervor zu gehen, daß sich die Verunreinigungen des hier in Frage kommenden Wassers nicht wesentlich von den Abflüssen jener Städte, also auch wohl der Städte im allgemeinen unterscheiden.

Infolge des geschilderten Zustandes des Werreflusses lebten in ihm um diese Zeit keine Fische mehr; sie waren bei Beginn der Versumpfung abgestorben.

Schon im Jahre 1884 (und auch in früheren Jahren) waren an heißen Sommertagen im Werreflusse Fischsterben bald mehr, bald minder stark eingetreten, doch hatten diese noch geringern Umfang als im Jahre 1885, und wenn man auch schon damals die Stärkefabrik dafür verantwortlich machen wollte, indem man der Ansicht war, daß seitens derselben Säuren in den Fluß abgelassen worden seien, so blieben sie doch ohne ernstlichere Folgen.

Nach dem großen Fischsterben im Jahre 1885 war in der Nähe der Stadt Herford kein Leben im Flusse mehr zu bemerken; dagegen ergab ein seitens der Polizeibehörde in Salzuflen angeordneter und überwachter Fischzug im Werreflusse kurz hinter dem Einlauf der Bega (mit dem Abfluswasser der Fabrik vermischt) ein gutes Ergebnis, indem das Vorhandensein einer großen Anzahl Fische festgestellt wurde.

Die Stärkefabrik in Salzuflen hob entgegen den angebrachten Beschwerden hervor, daß die Fabrik seit mehr als 30 Jahren bestehe und stets ihre Abwässer in den Fluß geleitet habe, ohne daß von irgend einer Seite deswegen Klage erhoben worden sei. Entsprechend der noch geringen Entwicklung der Fabrikationsweise habe die Fabrik früher die Abwässer in viel höherem Maße mit schwebenden Bestandteilen verunreinigt, mit 3—10fach so viel (namentlich Proteïn) abgehen lassen, ohne daß Übelstände aufgetreten seien, bis sie dann endlich gelernt habe, die brauchbaren Stoffe immer mehr auszuziehen, sodaß jetzt nur Wasser mit wenig oder gar keinem Gehalte an fäulnisfähigen Stoffen in den Fluß

gelange. Auch ihre Pappenfabrik habe schon lange vor dem Auftreten der Klagen Herfords bestanden, lange vor dem durch den Brand veranlassten Neubau im Jahre 1881, während Herford erst 1885 zu klagen begann. Bei dem Neubau 1881 sei eine große Anzahl Klärbassins angelegt worden (welche früher nicht vorhanden waren), um auch die letzten festen Stoffe behufs Verarbeitung zu Düngezwecken aus den Abwässern niederzuschlagen.

Die alleinige Schuld an dem Übelstande, unter welchem die Stadt Herford leide, liege an der großen Anzahl von Stauwerken, welche zum Zwecke von Mühlenanlagen, zum Teil erst in letzter Zeit, im Werreflusse angelegt seien. Vor diesen käme das Wasser zum Stillstand und die fäulnisfähigen Stoffe fänden Zeit, in Verwesung überzugehen. Man solle das Wasser wenigstens alle Sonntage ungehindert durchfließen lassen, dann würden für die Stadt Herford keine Unzuträglichkeiten mehr entstehen u. s. w.

Als die Regierung in Minden von dem Zustande des Werreflusses Kenntnis erhalten und sich davon überzeugt hatte, wurde zur Abhilfe der Beschluss gefasst, eine Spülung desselben vorzunehmen, indem durch plötzliches Ziehen der Schützen das schnell fortströmende Wasser den Schlamm mit fortreißen sollte. Diese Vornahme konnte ohne empfindliche Schädigung der betreffenden Mühlen und einer großen Spinnerei, deren Maschinen teilweise durch die Wasserkraft bewegt werden, nur an Sonntagen stattfinden, und nach einmaligem Versuche mußte ganz davon Abstand genommen werden, weil das bloßgelegte Flußbett die Luft in viel höherem Maße verpestete, als der Fluß selbst es that. Eine große Zahl Sachverständiger: Chemiker, Ärzte, Wasserbau-techniker u. s. w. wurden in diesem Prozesse vernommen, welcher dann schließlich zu Ungunsten der Fabrik entschieden worden ist. Es erübrigt dazu nur noch auszuführen, daß die Stärkefabrik in Salzuflen die größte bestehende Reisstärkefabrik ist, welche jetzt täglich durchschnittlich 1000 Ztr. Reisstärke herstellt. Die Abflüsse betragen etwa 7500 cbm in 24 Stunden, wovon jedoch nur 1500 cbm gereinigt werden. In dieser Menge sind die Abflüsse der Pappenfabrik eingeschlossen, welche größtenteils für eigenen Bedarf mit 3 Dampf-Pappenmaschinen arbeitet.

Schon vor einer Reihe von Jahren wurde von den preussischen Ministerien auf Grund eines Gutachtens der königlichen wissenschaftlichen Deputation das Verbot erlassen, ungereinigte Abwässer, insbesondere die Abwässer der städtischen Kanäle, „die Spüljauche“, den öffentlichen Flußläufen zuzuführen.

Diese strenge Auffassung hat indessen jetzt einer milderen Platz gemacht, indem man unter anderem der Stadt Coblenz die Einführung der Kanalwässer in ungereinigtem Zustande in den Rheinstrom gestattet hat, obendrein an der Stelle, woselbst die Rheinprovinz ihr Kaiserdenkmal zu errichten gedenkt.

Auch der Stadt Bad-Oeynhausen ist vor kurzem die gleiche Genehmigung zur Einlassung in den Werrefluß für ihre mit Closettinhalt geschwängerten Abflusswässer erteilt.

Kleinere Städten, welche nur das Regen- und Küchenwasser ableiten wollen, wird in der Regel die Genehmigung nicht versagt, sofern genügende Verdünnung und Wasser-

geschwindigkeit vorhanden ist, was von Fall zu Fall zu prüfen bleibt.

Die Flüsse sollen ja auch nicht allein als Erzeugungsgebiete von Fischen dienen, sondern sie sollen dem gesamten häuslichen Leben, der Industrie und dem Gewerbe dienstbar sein.

Der Stadt Charlottenburg wurde seitens der Polizeidirektion die Verpflichtung auferlegt, ihre Kanalabflusswässer vorher so zu reinigen, daß alle schwimmenden bzw. sinkfähigen Stoffe daraus entfernt und das Wasser in eine in 15 cm mächtiger Schicht klare, geruchlose und nach ihrer Entnahme etwa 14 Tage lang in demselben Zustande für sich haltbare Flüssigkeit verwandelt sei.

In Preußen liegt die Entscheidung darüber, ob und welche Abwässer den Flußläufen zugeführt werden dürfen, in den Händen der Einzelregierungen. Da über diese Angelegenheit bis heute keine klaren Grundsätze aufgestellt worden sind, so fällt naturgemäß die Entscheidung über diese Frage in der denkbar verschiedensten Weise aus, je nach der Meinung des betreffenden Dezernenten und seinem Berufe, ob er Medizinalbeamter oder Techniker ist. Solche Zustände sind natürlich dauernd unhaltbar und es ist dringend erwünscht, daß durch rege Thätigkeit auf diesem Gebiete klarere Anschauungen, gewisse, für alle Fälle maßgebende Grundlagen geschaffen werden, wenn es auch gänzlich unmöglich ist, ein für allemal, für alle Fälle geltende Gesichtspunkte zu schaffen, und es immerhin einer Prüfung von Fall zu Fall bedürfen wird.

Aus den bisher angeführten Thatsachen geht die Wichtigkeit hervor, welche gut angelegte und gut gebaute Kanalisationen für die Städte besitzen, wie nicht allein die Abführung der Schmutzwässer, sondern auch die etwaige Reinigung derselben das eingehendste Augenmerk des entwerfenden Technikers verlangen.

Während man in früheren Zeiten die Kanäle ohne inneren Zusammenhang — ohne System — dem Gefälle der zu entwässernden Straße angemessen in den Untergrund derselben verlegte, pflegt man jetzt die Kanäle einer Stadt zu einem oder mehreren „Systemen“ zu ordnen und dieselben ohne Rücksicht auf das Gefälle der Straßenzüge derart einzurichten, daß die abzuführenden Wässer in kürzester Frist mit möglichst geringer Belästigung der Einwohner unterhalb der Städte dem nächsten geeigneten Flusse, oder den Rieselfeldern zugeführt werden.

Derartige Kanalisationen sind zuerst in England zur Ausführung gelangt, dann war es in Deutschland Hamburg, welches nach dem großen Brande 1842 eine geordnete Kanalisation nach den Plänen des englischen Ingenieurs Lindley anlegte.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist nun eine Reihe großer Städte diesem Beispiele gefolgt, teils sind dieselben mit ihren Anlagen fertig, teils — wie Berlin — noch im Bau begriffen, andere — wie Hannover — bauen ihre veralteten Anlagen um. Auch kleine Städte suchen sich die Annehmlichkeiten einer guten Kanalisation zu nutze zu machen, und der Zweck dieser Zeilen ist es, dem Techniker bei dem Entwerfen derartiger Anlagen kleineren Umfanges mit Rat zur Hand zu gehen.

Beabsichtigt eine Stadt auch nur eine StraÙe mit einem Kanale zu versehen, und meist wird das Bedürfnis dann empfunden, wenn bei Regengüssen Überschwemmungen entstehen, so soll niemals allein der Entwurf für diesen einen Teil der Stadt, sondern stets ein Gesamtentwurf aufgestellt werden, von welchem dann nach einander Teilstrecken zur Ausführung gelangen können.

Weitaus überwiegend ist bisher für die Kanalisierung großer und kleinerer Städte die Schwemmkanalisation zur Anwendung gelangt.

Die neuere Anlage in Frankfurt a. Main hat als Muster für viele in den letzten Jahrzehnten ausgeführte Schwemmkanalisationen gedient. Der Erbauer desselben, Stadtbaurat Lindley, sagte in einem Vortrage im Verein der Gas- und Wasserfachmänner über das Prinzip des Schwemmverfahrens das folgende:

Das Schwemmverfahren beruht bekanntlich darauf, daß man der festen Schmutzsubstanz eine solche Wassermenge beimischt, die genügend ist, sie aufzulösen und in fließenden Zustand zu versetzen, daß man dann vermöge des Gefälles dieser Flüssigkeit eine solche Geschwindigkeit giebt, die ausreicht, die in mechanischer Suspension enthaltenen Stoffe fortwährend in schwebendem Zustande zu erhalten und ununterbrochen in frischem Zustande ohne Schlammablagerung aus den Städten zu entfernen. Die Aufgabe des Technikers ist demnach zuerst und zunächst dieser Flüssigkeit ein glattes, wasserdichtes Rinnensystem zu bilden.

Es liegt sehr nahe, die Siele gleich so tief zu legen, daß sie den Untergrund entwässern, daß sie den Eigentümern der Häuser ermöglichen, die Abwässer ihrer Häuser durch Röhren, welche tiefer als die Keller liegen, in das Straßensiel zu leiten, und gleich noch dem entwerfenden und ausführenden Techniker die große Erleichterung bieten, der Hauptgefällsrichtung folgend sich über örtliche Terrainverschiedenheiten, wie Bodenerhebungen und Senkungen hinweg zu setzen. Der unterirdische Charakter des Sielnetzes aber, der die offene Einwirkung der Luft verhindert, bringt uns eine neue Pflicht, diejenige, dafür zu sorgen, daß durch das Sielnetz ein stetiges Strömen der Luft stattfindet und daß nirgendwo eine Ansammlung oder Stagnation schädlicher Gase eintreten kann. Dieses wird durch künstliche Ventilationsvorrichtungen erzielt. Durch Wasserverschlüsse müssen andererseits Vorkehrungen getroffen werden, daß diese Sielluft nicht in die Häuser und Wohnräume gelangen kann.“

Unterirdisch müssen also die Kanäle angelegt werden damit

1. das Grundwasser abgesenkt und die Keller trocken gelegt,
2. die mit organischen Stoffen beladenen zur Gärung geneigten Abwässer in kühler Luft und im Dunkeln fortgeschafft werden. Daß dieses gleichzeitig unserer Beobachtung entrückt erfolgt, ist als besonderer Gewinn zu bezeichnen.

Die von den Kanälen abzuleitende gesamte Wassermenge setzt sich aus einer großen Zahl einzelner, an sich zum Teil unbedeutender Zuflüsse aus dem Häusern, den Rinnsteinen u. s. w. zusammen

Jeder Haushalt entsendet pro Stunde und Kopf höchstens etwa 100 Liter flüssige Abgangsstoffe in den Kanal, dazu kommt das von den Dächern, aus den Höfen und Gärten abfließende Regenwasser.

Die Menge des letzteren ist der Jahreszeit entsprechend verschieden und ist im Sommer bedeutender, als im Winter, auch außerdem ungleichmäßiger verteilt und gelangt plötzlich zum Abfluß. Die größte in Berlin beobachtete Regenwassermenge hat 1886 innerhalb einer Stunde 31,5 mm, in Stuttgart am 1. Juli 1889 dagegen 60 mm, in Chemnitz am 15. Juli 1885 22,3 mm in 15 Minuten, was einer Menge von 89,2 mm in einer Stunde entspricht, betragen. Diese Menge ist indessen nur ganz außergewöhnlich vorhanden, auch ist das Regenmaximum verschieden, je nach der örtlichen Lage der Stadt.

Ferner gelangt ein beträchtlicher Teil, welcher durch Versickern im Boden verzehrt, oder von Pflanzen festgehalten wird, oder sonstige Hindernisse findet, nicht zur Abführung, sodaß es bei weitläufiger Bebauung genügt, das Regenmaximum zu 10 mm pro Stunde anzunehmen.

Diese große Wassermenge ist bei umfangreichen Kanalnetzen nur für die Anfangskanäle in Anrechnung zu bringen, da es in der Regel möglich ist, die Stammkanäle durch Regenauslässe zu entlasten.

Michaelis veröffentlicht in der Zeitschrift für Bauwesen 1883 seine Untersuchungen über die in den einzelnen Monaten des Jahres gefallenen und durch drei Flüsse in Westfalen zum Abfluß gelangenden Regenmengen (s. Tabelle auf umstehender Seite).

Es ergibt sich hieraus, daß zwar der Regenfall in den Sommermonaten erheblich größer als in den Wintermonaten ist, daß jedoch im Sommer durch Verdunstung, Versickerung u. s. w. eine größere Regenmenge aufgesogen wird, als im Winter, und daher in den Wintermonaten die durchschnittlich abgeführte Regenmenge im freien Gelände 13,79 Liter pro Sekunde und Quadratkilometer betragen hat. Das entspricht einer Abflussmenge von 0,052 Liter pro Quadratmeter oder einer Höhe von 0,052 mm pro Stunde.

Der Maximalregenfall in Westfalen 1866/81 betrug nach der Tabelle im Monat Juli 30,4 Liter pro Sekunde und Quadratkilometer. Daraus ergibt sich eine Regenmenge von 0,11 Liter pro Quadratmeter und eine Regenhöhe von 0,11 mm pro Stunde im Durchschnitt.

Um nun die für jeden einzelnen Lauf sich ergebenden Abflussmengen genau festzustellen, ist ein mit Höhenkurven versehener Plan anzufertigen, welcher das nach jedem Lauf hin entwässernde Gelände genau erkennen läßt. Bei reichlich vorhandenen Mitteln bringt man die ganze zu entwässernde Fläche in Rechnung, bei sparsamen Mitteln und flachem Gelände wird auch oft nur ein Streifen von angemessener Breite (in Bad Oeynhausens z. B. von 40 m Breite beiderseits der StraÙe) in Anrechnung gebracht. Sorgfältig muß dabei erwogen werden, mit welcher Geschwindigkeit das Regenwasser anströmen kann, d. h. wie groß das Gefälle des zu entwässernden Geländes ist.

Bei starkem Gefälle kommt das Wasser nicht allein schneller, sondern auch in größeren Mengen an, als bei mäßigem Gefälle. Es nimmt daher die abzuführende Abflussmenge mit der Größe des zu entwässernden Gebietes

	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mittel aus 6 Wintermonaten	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Mittel aus 6 Sommermonaten	Jahresmittel.
I. Ablauf. Kubikmeter pro Sekunde und Quadratmeile.															
a) Emscher bei Herne 1866/71 Sammelgebiet 5,62 □ M	0,487	0,862	0,742	0,985	0,639	0,490	0,701	0,309	0,196	0,161	0,226	0,236	0,327	0,242	0,472
b) Emscher bei Prosper 1872/80 Sammelgebiet 11,63 □ M = 669 qkm	0,566	0,696	1,059	1,050	1,019	0,538	0,821	0,377	0,291	0,307	0,279	0,267	0,349	0,312	0,567
c) Ems bei Greven 1866/80 Sammelgebiet 49,77 □ M = 2824 qkm	0,512	0,836	0,971	0,989	0,979	0,467	0,779	0,239	0,188	0,182	0,127	0,135	0,209	0,180	0,478
d) Lippe bei Lünen 1866/78 Sammelgebiet 49,4 □ m = 2803 qkm	0,539	0,935	0,909	0,964	0,996	0,680	0,837	0,458	0,352	0,327	0,266	0,271	0,282	0,326	0,581
Summa:	2,104	3,329	3,681	3,988	3,533	2,175	3,135	1,883	1,027	0,977	0,898	0,909	1,167	1,060	2,098
Mittel - Ablauf	0,526	0,832	0,920	0,997	0,884	0,544	0,784	0,346	0,257	0,244	0,224	0,227	0,292	0,265	0,524

	Liter pro Quadratkilometer.														
	9,25	14,64	16,19	17,54	15,55	9,57	13,79	6,08	4,52	4,29	3,94	3,99	5,13	4,66	9,22

II. Regenfall im westfälischen Becken. Periode 1866/80. Kubikmeter pro Sekunde und Quadratmeile.															
Münster, Gütersloh, Grevel, Derne Mittel	1,480	1,360	1,200	1,150	1,070	0,910	1,200	1,210	1,500	1,730	1,640	1,280	1,450	1,470	1,330

	Liter pro Sekunde und Quadratkilometer.														
	26,0	23,9	21,4	20,2	18,8	16,0	21,1	21,2	26,4	30,4	28,8	22,5	25,5	25,8	23,4

Näherungsweise Vergleichung.															
Vom Niederschlage kommen zum Ablauf Prozent	35,6	61,2	77,1	86,7	82,7	59,8	65,3	28,6	17,1	14,2	13,7	17,8	20,2	18,0	39,4
Zur Verdunstung, Konsum und Versickerung etc. Prozent	64,4	38,8	22,9	13,3	17,3	40,2	34,7	71,4	82,9	85,8	86,3	82,2	79,8	82,0	60,6

ab. In Orten mit geringem Gefällwechsel kann daher eine feststehende Abflussmenge in stark geneigten Lagen, je nach der Gröfse der aufzunehmenden Fläche schwankende Abflussmenge in Anrechnung kommen. Diese Schwankung ist in Dresden zwischen 26 und 80 Litern pro Ha. in einer Sekunde angenommen.

Der Obergeringieur Mank in Dresden hat seine Angaben aus genauen Beobachtungen der Abflussmengen in den städtischen Kanälen Dresdens geschöpft und auf Grund derselben über die je nach der Gröfse des von einem Kanale zu entwässernden Gebietes abzuführenden Wassermengen die nachstehende Tabelle aufgestellt:

Tabelle I*).

No.	Entwässerungsfläche in qm	Abzuführende Regenhöhe in mm	Abzuführende Wassermenge pro Sekunde in cbm
1	0 — 25000	58,0	0,00016 F
2	25000 — 50000	48,3	0,00013 "
3	50000 — 100000	41,6	0,00012 "
4	100000 — 200000	31,9	0,00081 "
5	200000 — 300000	25,2	0,00070 "
6	300000 — 400000	20,5	0,00057 "
7	400000 — 500000	17,5	0,00049 "
8	500000 — 600000	15,8	0,00043 "
9	600000 — 700000	14,7	0,00041 "
10	700000 — 800000	14,2	0,00039 "
11	800000	14,0	0,00039 "

Es bedeutet hierin F. die zu entwässernde Fläche in Quadratmetern und die Zahl vor F. die aus der bezüglichen Regenhöhe berechnete Regenmenge in cbm. pro qm. Ent-

*) Deutsche Bauzeitung 1884.

wässerungsfläche. Zur schnellen Bestimmung der erforderlichen Kanalquerschnitte hat sich derselbe ferner der Mühe unterzogen, auf Grund der Bazin'schen Formel die Abflussmengen pro Sekunde zu berechnen, welche Kanäle verschiedener Querschnitte bei voller Füllung abzuführen vermögen und hat diese zur Benutzung der Fachgenossen im Jahrgang 1884 der Deutschen Bauzeitung veröffentlicht. Bei Benutzung derselben ist zu berücksichtigen, das zweckmäßigerweise nicht volle, sondern nur $\frac{3}{4}$ Füllung zu rechnen, daher von den berechneten Zahlen nur $\frac{3}{4}$ Wert in Ansetzung zu bringen ist, ferner, das die Berechnung nur bis zum Notauslass zu erfolgen hat, von wo aus die durch diesen abgeführte Wassermenge in Abzug kommt. Wir lassen hieraus in Tabelle II und III (s. nebenstehende Seite) einen kleinen Auszug folgen, soweit derselbe für den vorliegenden Zweck von Interesse ist.

Die hiernach berechneten Strafsenkanäle vereinigen sich mit einander und bilden schliesslich den Stammkanal, welcher derartige Abmessungen erhalten mufs, das er in der Lage ist, das sämmtliche normale Abflusswasser abzuleiten. Dieses System, einem Baume mit sich ausbreitenden Asten und Zweigen vergleichbar, leidet an dem Mangel, das in den äufsersten Zweigen keine ausreichende natürliche Spülung vorhanden ist, welche also künstlich herbeigeführt werden mufs, dann aber sehr teuer ist, weil sie dauernde Ausgabe verlangt. Um solche zu vermeiden, sind die äufseren Enden der Zweige wieder mit einander in Verbindung zu bringen, so das jedes Kanalsystem mit einem Kopfkanal beginnt, von welchem sich die anderen Strafsenkanäle abzweigen, um sich später wieder mit einander zu vereinigen (s. Abb. 1).

Tabelle II.

Kanäle mit eiförmigem Profil nach dem Verhältnis der Achsen = 3:2.

Tab. II 4 Gef. 1:100		Tab. II 5 Gef. 1:150		Tab. II 6 Gef. 1:200		Tab. II 7 Gef. 1:250		Tab. II 8 Gef. 1:300		Tab. II 9 Gef. 1:400		Tab. II 10 Gef. 1:500		Tab. II 11 Gef. 1:600		Tab. II 12 Gef. 1:700	
L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	L. Höhe d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm
0,4	0,158	0,4	0,129	0,4	0,112	0,4	0,100	0,4	0,091	0,4	0,079	0,4	0,071	0,4	0,065	0,4	0,060
0,5	0,288	0,5	0,235	0,5	0,203	0,5	0,182	0,5	0,166	0,5	0,144	0,5	0,129	0,5	0,117	0,5	0,107
0,6	0,456	0,6	0,372	0,6	0,322	0,6	0,288	0,6	0,263	0,6	0,223	0,6	0,204	0,6	0,186	0,6	0,172
0,7	0,674	0,7	0,550	0,7	0,477	0,7	0,426	0,7	0,389	0,7	0,337	0,7	0,302	0,7	0,275	0,7	0,255
0,8	0,951	0,8	0,776	0,8	0,673	0,8	0,602	0,8	0,549	0,8	0,475	0,8	0,425	0,8	0,388	0,8	0,359
0,9	1,296	0,9	1,058	0,9	0,909	0,9	0,820	0,9	0,748	0,9	0,648	0,9	0,580	0,9	0,529	0,9	0,490
1,0	1,695	1,0	1,383	1,0	1,198	1,0	1,072	1,0	0,978	1,0	0,847	1,0	0,758	1,0	0,692	1,0	0,640
1,1	2,176	1,1	1,776	1,1	1,539	1,1	1,376										
Tab. II 13 Gef. 1:800		Tab. II 14 Gef. 1:900		Tab. II 15 Gef. 1:1000		Tab. II 16 Gef. 1:1200		Tab. II 17 Gef. 1:1400		Tab. II 18 Gef. 1:1600		Tab. II 19 Gef. 1:1800		Tab. II 20 Gef. 1:2000			
0,4	0,056	0,4	0,053	0,4	0,050	0,4	0,046	0,4	0,042	0,4	0,039	0,4	0,037	0,4	0,035		
0,5	0,102	0,5	0,096	0,5	0,091	0,5	0,083	0,5	0,077	0,5	0,072	0,5	0,068	0,5	0,064		
0,6	0,161	0,6	0,152	0,6	0,144	0,6	0,132	0,6	0,122	0,6	0,114	0,6	0,107	0,6	0,102		
0,7	0,238	0,7	0,225	0,7	0,213	0,7	0,194	0,7	0,180	0,7	0,169	0,7	0,159	0,7	0,151		
0,8	0,336	0,8	0,317	0,8	0,301	0,8	0,275	0,8	0,254	0,8	0,238	0,8	0,224	0,8	0,213		
0,9	0,458	0,9	0,432	0,9	0,409	0,9	0,374	0,9	0,347	0,9	0,324	0,9	0,307	0,9	0,290		
1,0	0,599	1,0	0,565	1,0	0,536	1,0	0,489	1,0	0,453	1,0	0,423	1,0	0,399	1,0	0,379		

Tabelle III.

Kanäle mit kreisrundem Querschnitt.

Tab. III 1 Gef. 1:25		Tab. III 2 Gef. 1:50		Tab. III 3 Gef. 1:75		Tab. III 4 Gef. 1:100		Tab. III 5 Gef. 1:150		Tab. III 6 Gef. 1:200		Tab. III 7 Gef. 1:250		Tab. III 8 Gef. 1:300		Tab. III 9 Gef. 1:400		Tab. III 10 Gef. 1:500	
Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm	Drehm. d. Kan. m	Transp. Wass.- Menge cbm						
0,2	0,091	0,2	0,064	0,2	0,052	0,2	0,045	0,2	0,037	0,2	0,032	0,2	0,029	0,2	0,026	0,2	0,023	0,2	0,020
0,3	0,267	0,3	0,189	0,3	0,154	0,3	0,134	0,3	0,109	0,3	0,095	0,3	0,085	0,3	0,077	0,3	0,067	0,3	0,060
Tab. III 11 Gef. 1:600		Tab. III 12 Gef. 1:700		Tab. III 13 Gef. 1:800		Tab. III 14 Gef. 1:900		Tab. III 15 Gef. 1:1000		Tab. III 16 Gef. 1:1200		Tab. III 17 Gef. 1:1400		Tab. III 18 Gef. 1:1600		Tab. III 19 Gef. 1:1800		Tab. III 20 Gef. 1:2000	
0,2	0,019	0,2	0,017	0,2	0,016	0,2	0,015	0,2	0,014	0,2	0,013	0,2	0,012	0,2	0,011	0,2	0,010	0,2	0,010
0,3	0,055	0,3	0,051	0,3	0,047	0,3	0,045	0,3	0,042	0,3	0,039	0,3	0,036	0,3	0,033	0,3	0,032	0,3	0,030

Der Anfangskanal muß naturgemäß der höchst gelegene sein und seine Bespülung durch das Abwasser einer gewerblichen Anlage, einer Quelle oder dergleichen bewirkt werden. Etwas Derartiges ist in der Regel vorhanden, anderenfalls bleibt künstliche Spülung erforderlich, welche sich indessen nur auf einen einzigen Rohrstrang beschränkt und daher nicht so sehr kostspielig ist.

Um diese Bespülung kräftiger zu machen, pflegt man an diesem höchsten Punkte ein Sammelbecken anzulegen, welches das Wasser zunächst aufammelt und dann stofsweise, d. h. den ganzen Inhalt plötzlich, in den Rohrstrang ergießt.

Der Abschluß dieser Sammelbeckens erfolgt entweder mit Stauschützen, welche von Hand gezogen werden, oder mittels selbstthätiger Einrichtungen, von denen der selbstthätige Frühling'sche Spülapparat und der Priester'sche Hebe-

apparat hier genannt werden sollen. Der Frühling'sche Apparat ist in Abb. 2 dargestellt.

$a b$ ist ein unten geschlossener Blechcylinder mit erweitertem Kopfe, welcher auf der Ablauföffnung i des Spülbehälters aufsteht und diese dadurch geschlossen hält. Mit $a b$ ist der kipperförmige eben offene Flachschwimmer k durch einen um u drehbaren Hebel verbunden. Der Cylinder $a b$ erhält erst dann eine Tendenz zum Auftrieb, wenn das durch m zufließende Wasser bis an den Kopf gestiegen ist; gleichzeitig beginnt aber auch der Auftrieb von k , der demjenigen von $a b$ entgegenwirkt. Der Cylinder schließt also auch jetzt noch die Ablauföffnung und zwar so lange, bis das Wasser die Oberkante des Schwimmers k erreicht hat und diesen zu füllen beginnt; dann sinkt k , der Cylinder $a b$ steigt empor, nimmt die Stellung $a_1 b_1$ ein und der Inhalt des Spülbehälters stürzt unter der vollen Druckhöhe durch i in

den Kanal. Der Wasserspiegel sinkt so lange, bis das Gewicht von $a b$ den Schwimmer von k_1 wieder nach k zurückgezogen hat; dies kann aber wegen des durch die Drehung vergrößerten Moments des (stellbaren) Gegengewichts q erst geschehen, wenn der Behälter nahezu leer geworden ist.

Bei der großen Geschwindigkeit, mit welcher das Abströmen stattfindet, entsteht unter Bildung einer trichterförmigen Vertiefung über der Abflußöffnung ein Wirbel, welcher bald alle schwimmenden Gegenstände erfafst und sie aus dem Behälter entfernt. Ebenso werden die Sinkstoffe mit großer Energie fortgerissen, so daß ein Versagen des Apparats auch bei der schmutzigsten Beschaffenheit des Spülwassers nicht eintritt.

Bei heftigem Regen, wo eine Spülung der Kanäle keinen Sinn haben würde, tritt der Apparat in Folge des größeren oder geringeren Rückstaus aus dem Strafsenkanal ganz oder teilweise außer Thätigkeit.

Die Montierung ist eine sehr einfache. Sobald der Spülschacht gemauert und mit Zu- und Ableitung versehen ist, wird der Apparat, dessen einzelne Teile bequem die Einsteige-Öffnungen passieren, aufgestellt. Selbstverständlich lassen sich auch vorhandene Spülschächte oder sonstige Behälter zu dieser Aufstellung benutzen, sobald sie die geeignete Höhenlage und einen ausreichenden Fassungsraum besitzen.

Die Konstruktion ist patentiert (D. R.-P. 28199) und haben die Firmen B. Röber in Dresden, Kullmann & Lina in Frankfurt a. M. die Ausführung derselben übernommen.

Diese plötzlich anströmende Wassermenge kann nun durch Stauschützen, welche an der Abzweigung jedes Strafsenkanals an-

gebracht werden, je nach Erfordernis in den einen oder anderen Strafsenarm geleitet werden.

Zu dieser selbstthätigen Spülung konnten bei dem Kanalprojekte für Herford kleine von den naheliegenden Höhenzügen herabfließende Bächlein benutzt werden, in Minden wurde dazu das Abfluswasser einer Brauerei verwendet, in Bünde steht das Grundwasser des höchstgelegenen Punktes so hoch, daß damit ein Spülreservoir günstig gefüllt werden kann. Erforderlichenfalls können ähnliche Spülreservoirs auch innerhalb des Kanalnetzes eingeschaltet werden.

In der Regel werden die Geländebeziehungen einer zu kanalisierenden Stadt die Trennung des Kanalnetzes in verschiedene Kanalsysteme verlangen. Dann wird es zu erwägen sein, ob das Abfangsystem oder das Parallelsystem, vielleicht auch eine Verbindung beider, zur Anwendung gelangen soll.

Das Abfangsystem wird möglichst überall dort gewählt, wo sich das Terrain in ausgedehnter Fläche in das Thal hinabsenkt, also bei ungehinderter Durchführung der parallel mit einander laufenden Strafsenkanäle, diese mit großem

Querschnitte dem im Thale befindlichen Sammelkanale zugeführt werden müssen.

Dieses Parallelsystem besitzt den Nachteil gegenüber dem Abfangsysteme, daß die langen Kanäle schließlich einen großen Querschnitt erhalten und daher teuer werden, daß ferner das Gefälle von den Parallelkanälen größtenteils verbraucht wird, und dann der Sammelkanal erheblich geringeres Gefälle erhalten muß, daß alsdann das Wasser aus den Parallelkanälen mit großer Geschwindigkeit dem Sammelkanal zufließt, in welchem geringere Geschwindigkeit herrscht, mithin Ablagerungen nicht zu vermeiden sind.

Das Abfangsystem zerlegt das Kanalnetz in mehrere selbständige Teile. Es werden hierbei die Strafsenkanäle einzelner Geländeabschnitte für sich von einem Abfangkanal aufgenommen, welcher sich später mit dem Stamm-

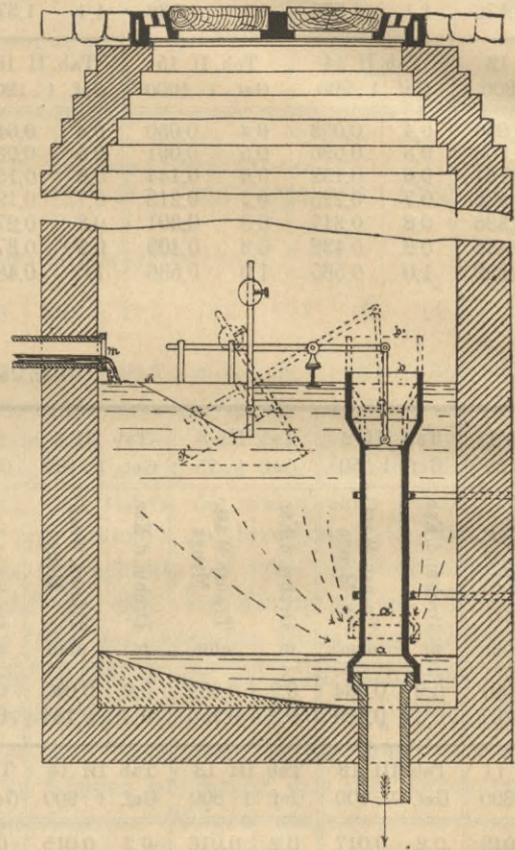


Fig. 2

kanal vereinigt. Um unser Bild vom Baume weiter zu bewerten, ist das Parallelsystem einem Baume zu vergleichen, welcher nur Hauptzweige in großer Zahl besitzt, während das Abfangsystem einem Baume mit einer geringen Zahl von Hauptzweigen zu vergleichen ist, von denen wiederum eine Reihe von Ästen und Verästelungen ausgeht. Alle Zweige und Äste sind aber an den Spitzen mit dem nächstoberen Aste zusammengebunden.

Mafsgebend für die ganze Anordnung des Kanalsystems und der Rohrweiten bleibt die Verwertung des gesamten vorhandenen, ausnutzbaren Gefälles, d. h. der Höhenunterschiede zwischen den Auffangstellen der abzuführenden Gewässer und der Ausmündung. Hiernach werden die Kanalquerschnitte berechnet und das Abführungssystem bestimmt.

Je mehr Gefälle vorhanden ist, um so geringer können die Kanalquerschnitte gewählt werden. Es fragt sich nun,

wie stark bezw. gering das Gefälle äusserst sein kann, ohne Schädigung der günstigen Wirkung der Kanäle.

Die Meinungen gehen hierüber ziemlich weit auseinander.

Frankfurt a. Main hat im oberen Systeme Gefälle von 1:50 bis 1:100. Im unteren Systeme hat das Hauptauslasssiel 1:2000, das Hauptsiels ebenfalls 1:2000, die oberen Abfangsiele haben die Gefälle 1:100, 1:200.

Lindley sagt dazu:

„Die Gefälle, die wir in Frankfurt erzielt haben, genügen bei sorgfältiger und glatter Ausführung der Siele, um alle organischen Stoffe ohne Aufenthalt wegzuschwemmen.“

Auf eine Anfrage über die von ihnen verwandten Gefälleverhältnisse und ihre Erfahrungen damit, antwortet das Stadtbauamt in

1. Magdeburg: Zu starke Gefälle lassen dagegen die Spülwasser zu schnell abführen, die Rückstände wie Sand, Exeremente u. s. w. sich ablagern und zu früh in Fäulnis übergehen.

2. Hannover: Das Maximalgefälle ist in hiesiger Stadt 1:400. Es wird sich jedoch empfehlen, das Maximum auf etwa 1:600 festzusetzen. Unzweifelhaft kann ein gewisses Höchstmafs des Gefälles überschritten werden, es entsteht dadurch der Übelstand, dafs schwimmende Teile, welche an den Kanalwandungen Hinderung finden, dem raschen Laufe des Wassers nicht zu folgen vermögen und daher mit den anklebenden Schmutzstoffen auf dem Boden liegen bleiben, sobald das Wasser verlaufen ist, ferner hat das durch sehr starkes Gefälle beförderte Trockenlaufen der Kanäle überhaupt den Nachteil im Gefolge, dafs die sich anheftenden Schmutzstoffe in Fäulnis übergehen, während das Wasser sie doch in möglichst frischem Zustande aus dem Bereich der menschlichen Wohnungen entfernen soll.

3. Bochum: Nach den hier gemachten Erfahrungen schadet ein starkes Gefälle einem Kanal nie, wenn auf das starke Gefälle kein schwächeres folgt.

4. Dortmund: Starke Gefälle bedürfen, damit die Gegenstände, welche sich auf der Sohle ablagern, auf derselben nicht antrocknen, wenn sie trocken läuft, einer stärkeren Spülung wie schwache Gefälle, bei denen das Trockenlaufen seltener ist.

Klasen schreibt darüber in der Haarmann'schen Zeitschrift (1873, Seite 120): Es ist bei der Anlage von Sielleitungen nicht gleichgültig für die Reinlichkeit derselben, welche Gefälle man einführt, denn im allgemeinen sind, wie die Erfahrung lehrt, die stärksten Gefälle in einer Leitung auch die schmutzigsten. Der Grund dieser Erscheinung liegt darin, dafs nicht immer gröfsere Wassermengen durch das Siel fliefsen, sondern dafs an einzelnen Strecken oft nur wenig oder gar kein Wasser vorhanden ist. Wird hier nun schlammiges Wasser eingeführt, so fließt das Wasser schnell ab, während es den Schlamm am Boden zurückläfst, der hier nun Zeit hat sich zu verhärten, so dafs das später hinüberfliefsende Wasser denselben nicht mehr mit fortreißen kann. Ist dagegen das Gefälle gering, so hat das Wasser Zeit den Schlamm mit fortzuführen. Das zweckmässigste Gefälle für Sielleitungen dürfte etwa 1:1000 sein,

doch erlauben die örtlichen Verhältnisse nicht immer, dasselbe auszuführen u. s. w.“*)

5. Köln: Das Minimalgefälle für Rohrkanäle sollte 1:250 nicht überschreiten, bei gemauerten Kanälen mit glatter Sohle kann man bei grofser Wassermenge zur Not selbst bis 1:2000 und weiter gehen. Der Hauptsammelkanal der hiesigen Stadterweiterung wird in seinem unteren Teile ein Gefälle von 1:2000 erhalten.

Vergegenwärtigen wir uns nun, dafs die Abflufgeschwindigkeit grofs genug sein mufs, um das Niederfallen der in den Abflufwässern enthaltenen festeren Stoffe zu verhindern, so finden wir, dafs die Geschwindigkeit mindestens 0,50—0,60 m pro Sekunde betragen und hiernach das Gefälle berechnet werden mufs. Bei solchem Gefälle vermag das abfliefsende Wasser die Stoffe in der Schwebelage zu erhalten und mitzuführen. Doch leider selten wird man in der Lage sein, die Gefälle beliebig wählen zu können.

In der Regel mufs das örtlich vorhandene Gefälle zur Anwendung gelangen und das Kanalnetz demgemäfs angeordnet werden. Ohne zwingende Not sollte man jedoch den Kanalrohrleitungen nicht geringeres Gefälle als 1:200, den Strafsenkanälen, welche nicht befahrbar sind, von 1:200 bis nicht weniger als 1:300, den gröfseren Kanälen nicht über 1:100 und nicht unter 1:1000 geben. Je mehr Wasser vorhanden ist, um so gröfser, aber auch um so kleiner kann das Gefälle gewählt werden.

Unter Berücksichtigung des Gefälles aus der berechneten Wassermenge, welche zur Abführung gelangen soll, wird der Querschnitt der Kanäle in folgender Weise berechnet:**)

Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in einem Querschnitte des Kanals — „mittlere Profilgeschwindigkeit“ — ist:

$$v = \frac{\text{Wasserquantum per Sekunde}}{\text{Inhalt des Kanalquerschnittes}} = \frac{Q}{E'}$$

Bedeutet:

l die Länge einer Kanalstrecke in Metern,

h das Gefälle derselben in Metern,

E den Querschnitt des Wasserkörpers in Quadratmetern,

s den benetzten Umfang in Metern,

und bezeichnet man $\frac{h}{l}$ mit J , und $\frac{E}{s}$ mit R — hydraulischer

„Radius“ —, so ist allgemein:

$$v = c\sqrt{RJ}$$

Für die richtigsten Werte von c hält man zur Zeit diejenigen, die einerseits Bazin, andererseits Ganguillet und Kutter gegeben haben.

Bazin setzte auf Grund von Messungen in kleinen Versuchskanälen:

$$c = \sqrt{\frac{1}{a + \frac{\beta}{R}}}$$

*) In Rheinhard's Kalender für Strafsen und Wasseringenieure heifst es:

„Bei wenig Wasser und 1 Proz. Fall bilden sich in gröfseren Kanälen schon leicht Niederschläge, das Minimalgefälle solcher Kanäle beträgt 1:3000. In Kanälen, in welchen zeitweilig wenig Wasser fließt, sind starke Gefälle unvorteilhaft, weil durch das Vorauseilen des Wassers die in letzterem enthaltenen Sinkstoffe sich leicht ablagern u. s. w.“

***) Ingenieur-Taschenbuch.

Die Werte von a und β sind abhängig von der Rauigkeit des benetzten Umfanges und es ist im Mittel für

	$a =$	$\beta =$
gehobeltes Holz und Zement	0,00015;	0,000045
Quader und nicht gehobeltes Holz	0,00019;	0,000133
Mauerwerk und Bruchstein	0,00024;	0,00006
Erde	0,00028;	0,00035
Gerölle	0,00040;	0,0007

Der letzte Wert für Gerölle rührt von Kutter her.

Für die angegebenen Rauigkeitsgrade und für verschiedene Werte von R giebt die nachstehende Tabelle die Werte von c (nach Bazin).

R m	Gehobeltes Holz und Zement.	Quader und nicht gehobeltes Holz	Mauerwerk aus Bruchstein.	Erde.	Gerölle.
0,10	71,6	55,6	34,5	16,3	11,6
0,15	74,5	59,9	39,5	19,6	14,0
0,20	76,1	62,4	43,0	22,2	16,0
0,25	77,2	64,1	45,6	24,4	17,7
0,30	77,8	65,3	47,7	26,3	19,1
0,35	78,4	66,2	49,3	28,0	20,4
0,40	78,8	66,9	50,6	29,4	21,6
0,45	79,1	67,5	51,8	30,7	22,6
0,50	79,3	67,9	52,7	31,9	23,6
0,60	79,7	68,7	54,2	34,0	25,3
0,70	80,0	69,2	55,4	35,8	26,7
0,80	80,2	69,6	56,3	37,3	28,0
0,90	80,3	69,9	57,1	38,7	29,1
1,00	80,5	70,1	57,7	39,8	30,2
1,10	80,6	70,3	58,3	40,9	31,1
1,20	80,6	70,5	58,7	41,8	31,9
1,30	80,7	70,7	59,1	42,7	32,6
1,40	80,8	70,8	59,5	43,4	33,3
1,60	80,9	71,0	60,0	44,8	34,6
1,80	81,0	71,2	60,5	45,9	35,6
2,00	81,0	71,3	60,9	46,9	36,5
2,50	81,2	71,6	61,5	48,8	38,3
3,00	81,2	71,7	62,0	50,2	39,7
4,00	81,3	71,9	62,6	52,2	41,7
5,00	81,4	72,0	63,0	53,5	43,0
6,00	81,4	72,1	63,2	54,4	44,0

Kutter setzte auf Grund der Bazin'schen Messungen, derjenigen von Humphrey's und Abbot im Mississipi und zahlreicher, sonstiger in natürlichen Wasserläufen:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \sqrt{\frac{n}{R}}}$$

Hierbei ist der Wert n von der Rauigkeit des benetzten Umfanges abhängig und zwar ist im Mittel für

1. Kanäle von sorgfältig gehobeltem Holze und von glatter Zementverkleidung	n	$\frac{1}{n}$
2. Kanäle von Brettern	0,010	100
3. Kanäle von behauenen Quadersteinen und von gut gefügten Ziegelsteinen	0,012	83
4. Kanäle von Bruchsteinen	0,013	77
5. Kanäle in Erde, Bäche, Flüsse	0,017	59
6. Gewässer mit größeren Geschieben und mit Wasserpflanzen	0,025	40
	0,030	33

Hierbei wird der Kanalquerschnitt so groß gewählt, daß derselbe höchstens zu $\frac{3}{4}$ oder bei eiförmigem Querschnitt bis zum Kämpfer gefüllt wird.

Auch im Jahrgange 1873 dieser Zeitschrift ist von Ludw. Klasen eine eingehende Anleitung für die Berechnung der Kanalquerschnitte gegeben, auf welche hier verwiesen wird.

Weil die der Berechnung zu Grunde gelegten Regenwassermengen auf mehr oder minder willkürlichen Annahmen beruhen, ergeben die vorgeführten Berechnungsweisen ein genügend genaues Resultat.

Die Anfangskanäle, das sind die Abfluskanäle der Häuser, haben nur das gebrauchte Wasser und das auf den Grundstücken niederfallende Regenwasser abzuleiten, sollen aber trotzdem niemals weniger als 13 cm Durchmesser erhalten, weil anderenfalls doch erfahrungsmäßig leicht Verstopfungen eintreten können, deren Beseitigung große Kosten verursacht. Andererseits müssen sie so groß angelegt werden, daß sie selbst für den heftigsten Gewitterregen ausreichen, also 80—90 Liter pro Stunde und Ha abzuführen vermögen. Das gleiche gilt von den sie aufnehmenden Strafsenkanälen, während in die Stammkanäle der Erguß aus den Strafsenkanälen nicht so plötzlich erfolgt und diese sonach ausreichend bemessen werden, wenn sie die normale Durchschnittsmenge aufnehmen können. Indessen gilt das nur für umfangreiche Kanalnetze, kleinere Netze senden ihre Wassermassen auch schneller den Stammkanälen zu, welche sie sonach auch weiter bringen und deswegen für die Maximalmengen ausreichend bemessen werden müssen.

Aus praktischen Gründen ist es nicht ratsam — wenn auch die Berechnung einen geringeren Querschnitt ergeben sollte — bei oberen Strafsenkanälen unter 0,25 m Durchmesser hinab zu gehen. Der Kostenunterschied zwischen Rohrleitungen von kleinerem oder größerem Querschnitt ist in der Regel nicht allein ausschlaggebend für die Gesamtkosten, da die Erdarbeiten und sonstigen Nebenarbeiten nahezu gleichviel kosten, ob das Kanalrohr etwas mehr oder weniger weit ist.

Unter den Regen- oder Notauslässen versteht man Ableitungen, welche von den Sammelkanälen auf dem nächsten Wege zum Flusse geführt werden und entweder durch eine selbstthätige Schleuse, oder ein Überfallwehr mit dem Sammelkanal in Verbindung stehen, so daß sie erst in Wirksamkeit treten, sobald der Wasserstand im Sammelkanal über die Schleusen bzw. Stauhöhe hinaus geht. Für Anlagen kleineren Umfanges ist die letzte Anordnung die einfachste und billigste. Die Notauslaßkanäle werden auch so angeordnet, daß sie entgegengesetztes Gefälle erhalten und für gewöhnlich als Zuleitungskanäle dienen und dann wirkt das entgegengesetzte Gefälle als Stauhöhe. Lassen sich Regenauslässe nicht anordnen, so muß jeder Sammelkanal die rechnungsgemäß festgestellte Wassermasse aller in ihn geleiteter Seitenkanäle abführen können. Im anderen Falle gelangt das vom Notauslaß abgeführte Wasser in Abzug.

Wenn es irgend wie zu erreichen ist, dann soll auf starkes Gefälle niemals ein schwächeres folgen, weil hierdurch plötzlich die Geschwindigkeit des Wassers verlangsamt wird und dann sich die mitgeführten Stoffe daraus absetzen. Das abfließende Wasser soll eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeit erhalten.

Es müssen aus gleichem Grunde alle Anstauungen des des Wasserstromes vermieden werden. Zu dem Zwecke

sollen die Seitenkanäle niemals mit gleicher Sohlenhöhe in den Hauptkanal eingeführt werden. Der kleinere Seitenkanal muß entsprechend seinem Wasserreichtum mehr oder minder hoch oberhalb der Sohle eingeleitet werden. Niemals darf der Wasserspiegel im großen Kanale höher stehen, als im kleineren Seitenkanale, damit in letzterem kein Rückstau stattfindet.

Auch Seitenanschlüsse von Häusern, Rinnsteinen u. s. w. werden oberhalb der Sohle in die Kanäle eingeführt.

Alle Einmündungen, Zusammenflüsse u. s. w. müssen unter spitzem Winkel in der Richtung des Wasserlaufes erfolgen.

Jeder Kanal, sei es nun Rohrleitung oder Sammelkanal größeren Querschnittes, soll so gerade als irgend thunlich geführt werden, sowohl was die Richtung, als auch das Gefälle anlangt. Richtungsänderungen werden durch sorgsam ausgeführte Kurven mit möglichst großen Radien bewirkt.

Bei Aufstellung des Planes ist darauf hinzuwirken, daß so schnell als möglich mehrere kleinere Straßkanäle zu einem größeren Kanal zusammengefaßt werden, um

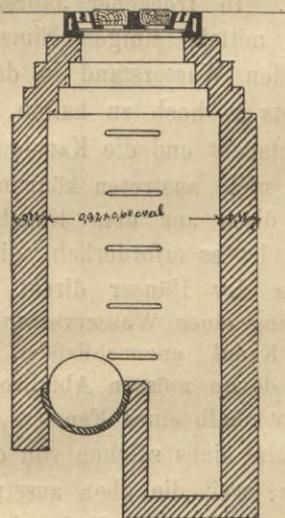


Fig. 3

ein größeres Profil zu erhalten, welches erforderlichen Falles zum Zwecke der Reinigung und Ausbesserung zu bekriechen ist, denn außer der Spülung ist die fortwährende Beaufsichtigung der Kanäle unbedingtes Erfordernis. Zu diesem Zwecke sind in die Kanalleitung an allen Richtungsänderungen und sofern diese mehr als 100 m bei sonst gerader Richtung des Kanalstranges von einander entfernt sind, in höchstens 100 m Entfernung von einander Einsteigeschächte anzuordnen, in welchen man zur Kanalsohle hinabsteigen und diese zwischen je zwei Schächten untersuchen kann.

Bei unbesteigbaren Nebenkanälen von geringem Querschnitt werden außerdem in etwa 50 m Entfernung von einander Lampenschächte angeordnet, das sind von der Straßoberfläche zum Kanal hinabgeführte 20 cm weite Rohre, welche das Hinablassen einer Laterne ermöglichen, die von den Einsteigeschächten aus gesehen werden kann und so erkennen läßt, ob der Kanal frei von Anlandungen ist.

Bei großen besteigbaren Kanälen kann die Entfernung der Einsteigeschächte bei Einschaltung von Lampenschächten auf 200 m ausgedehnt werden.

Die Einsteigeschächte werden mit gußeisernen Deckeln verschlossen, deren Oberfläche gerippt oder mit eingelassenen Holzklötzen versehen wird, um den Pferdehufen festen Halt zu gewähren. In den Schächten sind Steigeisen in 30 cm Entfernung von einander einzumauern, wenn man nicht aus Sparsamkeitsgründen eine kleine bewegliche Holzleiter von Schacht zu Schacht benutzen will. Der Bequemlichkeit halber ist es bei kleinen Kanalquerschnitten zweckmäßig, die Einsteigeschächte neben den Kanälen anzuordnen und ihre Sohle tiefer als die Kanalsohle zu legen. Man vermag dann in die kleine Leitung hineinzusehen, was anderen Falles nicht möglich ist. (Abb. 3).

Die Entfernung der Anlandungen erfolgt durch Spülung, indem vermittelst der Spülschützen das Abflufwasser in den oberen Kanalläufen oder den Spülreservoirs aufgestaut und durch plötzliches Öffnen derselben mit großem Stosse durch

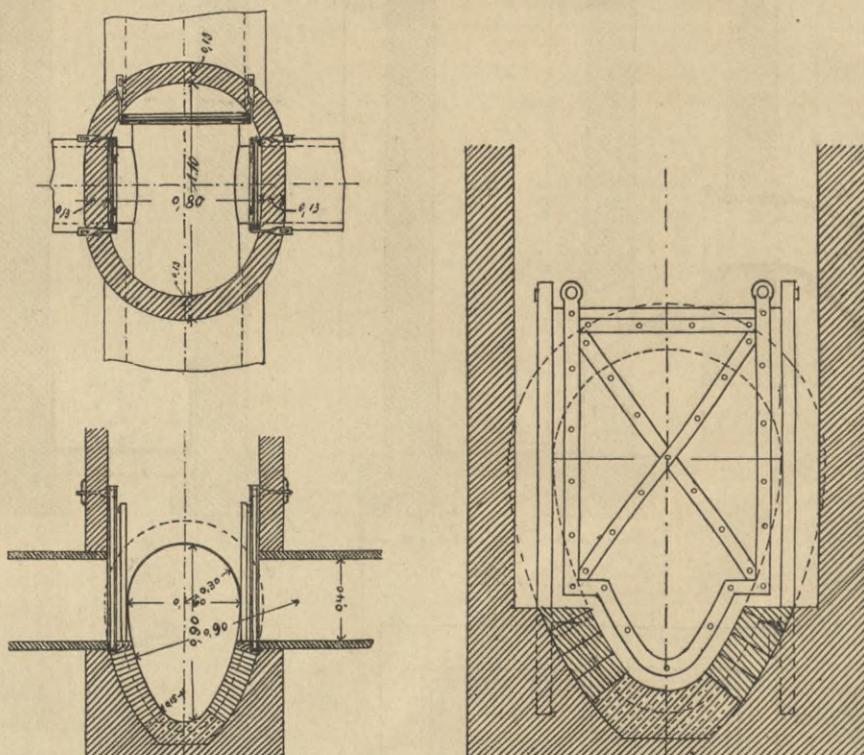


Fig. 4

das verunreinigte Kanalstück geführt wird. Genügt dieser Wasserstoss, erforderlichen Falles mehrfach wiederholt, zur Reinigung nicht, so läßt man in engen Kanälen eine leere Flasche durchschwimmen, an welcher ein Bindfaden befestigt ist. Mittels dieses Bindfadens wird ein stärkeres Tau und später eine Kette zwischen zwei Schächten durchgezogen und nun hin und hergezogen, wodurch die Sohle sehr gut von fest anhaftenden Stoffen gesäubert wird.

Leichtere Anlandungen werden durch eine den Rohrquerschnitt nahezu füllende Bürste, welche hindurch gezogen wird entfernt.

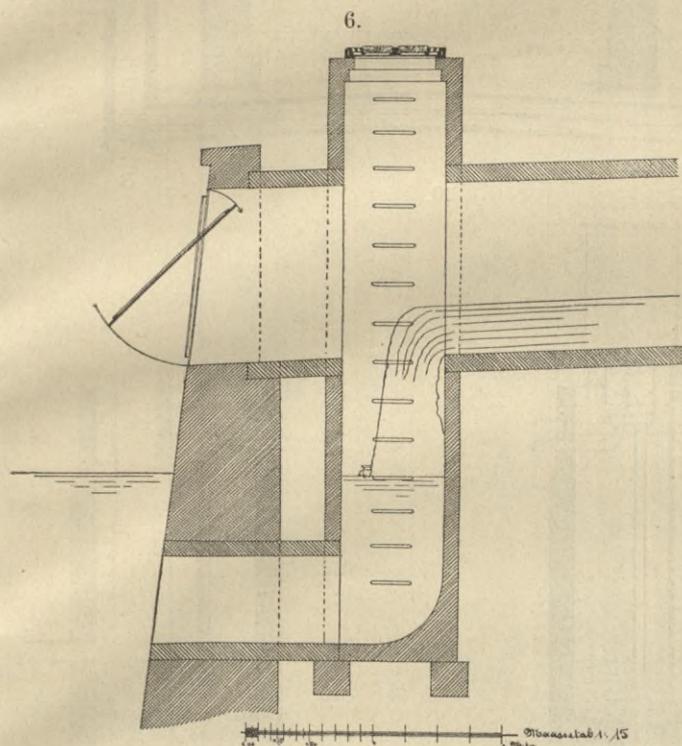
Als Spülschützen dienen leichte in Nuten bewegliche, schmiedeeiserne Schieber, welche von den Einsteigeschächten nur gezogen werden. (Abb. 4).

Alle in den Kanal gelangenden Schmutzwässer sollen vorher von den anhängenden groben Verunreinigungen möglichst befreit werden und werden daher niemals direkt

Die Stadt Herford entlüftet ihr Kanalnetz grōfstenteils nur auf diese Weise. Nach dreijährigem Betriebe der Anlage hat Verfasser einen Teil des Netzes selbst durchkrochen und darin überall gute Luft vorgefunden, allerdings hatte die Spülung so gut funktioniert, dafs Anlandungen fast gar nicht zu bemerken waren.

Vielfältig werden bei umfangreichen Kanalisationen Ventilationsroste in den Strafsen angelegt, welche mittels weiter Röhren mit den Kanälen in Verbindung stehen und die Gase abströmen lassen. Diese sind stets für die Strafsengänger unangenehm und bei nicht zu grofsen Kanalnetzen entbehrlich.

Auch die Ausmündung des Haupt-Kanales sollte möglichst in alle den Fällen, wo sie in einen offenen Flusslauf erfolgen kann, unterhalb des Wasserspiegels desselben stattfinden.



Um in diesem Falle den unteren Kanallauf vom Rückstauwasser frei zu halten, wird die Ausmündung oberhalb Wasserspiegel belassen, jedoch vor derselben ein Auslassschacht etwa nach Abb. 6 angeordnet, welcher unterhalb Niedrigwasser den gewöhnlichen Ausfluss und oben außerdem eine geneigt bewegliche Notauslassklappe erhält. Es genügt dann für den unteren Auslass ein Rohr, dessen Weite der gewöhnlichen Ausflussmenge entspricht. Bei heftigen Regengüssen kann die Notauslassklappe in Thätigkeit treten.

Es bleibt noch zu erwägen, aus welchem Materiale die Kanäle hergestellt werden sollen.

Röhrenkanäle bis zu 20 cm Durchmesser werden am besten und billigsten aus Thonröhren, weitere Kanäle aus Zementröhren hergestellt. Bis zu einem Durchmesser von 30 cm nimmt man in der Regel runde Röhren, von da ab zieht man die eiförmigen vor.

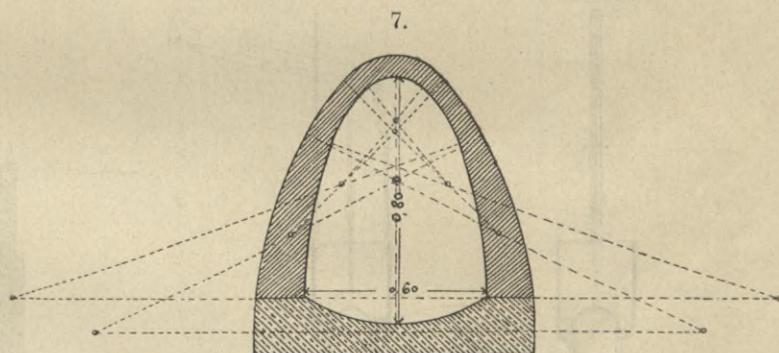
Die Dichtung der Muffen erfolgt in beiden Fällen am geeignetsten mittels plastischem Thon oder in Teer getauchter Stränge, um leicht ein Rohr auswechseln zu können. Besteigbare Kanäle erhalten entweder einen Sohlstein von

Zementbeton und werden im übrigen aus Ziegelsteinen hergestellt; und zwar genügt bis 1,08 m lichter Höhe und 75 cm oberer Breite bei $2\frac{1}{2}$ m Beschüttung $\frac{1}{2}$ Stein Stärke in bestem Portlandzement gemauert, wenn die Form in festem Boden ausgeschnitten wird. Darüber hinaus muß die Wandung einen ganzen Stein und mehr stark werden.

Anderen Falles werden die Kanäle ganz aus eiförmigen Zementrohren hergestellt.

Bei der Kanalisation der Stadt Herford, sowie bei dem umfangreichen Kanalnetze der Stärkefabrik in Salzuflen ist eine andere Form zur Anwendung gekommen, welche sich den auf die Kanäle drückenden Belastungen in besserer Weise anschliesst, als die beliebte Eiform. Diese in Abb. 7 dargestellte Kanalform besteht in der Sohle aus Zementbeton, welcher direkt in die Grube gestampft ist. Die Wölbung ist aus unregelmäßigen Bruchsteinen in magerem Zementmörtel, Mischung 1:4, hergestellt und innen glatt verstrichen.

Diese Form bietet aufer der grofsen Stabilität, den Vorteil, dafs selbs tbei geringerem Querschnitt (0,60 m untere Breite genügt) der Kanal bereits passierbar ist, indem ein kriechender Mann unten ausreichenden Raum für die Be-



wegung der Beine findet. Die Herstellung dieser Form ist sehr billig. Auch in Ziegelsteinmauerwerk mit Betonsohle ist dieser Kanalquerschnitt mit bestem Erfolge ausgeführt.

Ein solcher Kanal von 80 cm Höhe und 60 cm Breite bei $2\frac{1}{2}$ m Tiefenlage kostete in Herford mit Einschluss aller Sinkkasten und der Leitungen dazu, der Einsteigeschachte, Stauschützen u. s. w. 13 Mk. pro laufenden Meter, jedoch ausschließlich Pflasterarbeiten.

In tief gelegenen Orten, wo mit dem Hochwasser naher Flüsse gerechnet werden muß, ist hierauf bei Anlage der Kanalisation gebührende Rücksicht zu nehmen, damit das etwa in dem Kanalnetze rückstauende Wasser kein Unheil anrichten kann. Zu diesem Zwecke zerlegt man zweckmäßigerweise, wenn die örtlichen Verhältnisse es gestatten, das Netz in gesonderte Systeme, indem man die Kanäle oberhalb der wasserfreien Grenze für sich in einem Abfangkanal sammelt. Hierbei ist auf die Tiefenlage der Kellersohlen (in der Regel 2,50 m unter Strafsenoberfläche) gebührende Rücksicht zu nehmen, weil diese wasserfrei bleiben müssen.

Dieses obere System umfaßt also alle diejenigen Strafsen, deren Kellersohlen oberhalb der Hochwasserlinie belegen sind, deren Abflüsse daher stets ungehindert in den Fluss gelangen können.

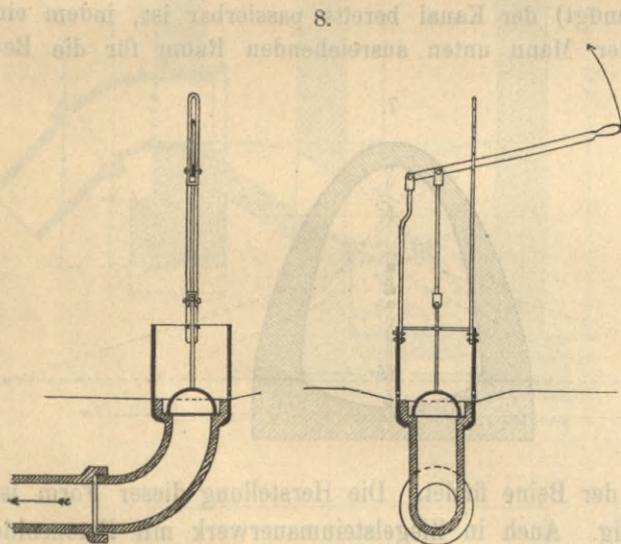
Für das untere System, welches alle unterhalb des Hochwasserspiegels liegenden Gebäude umfaßt, ist die Ausmündung

so tief zu verlegen, d. h. der Kanal so lang am Flusse entlang zu führen, daß die Ausmündungssohle um das erforderliche Kanalgefälle unterhalb der Kellersohle des unteren Systems liegt.

Überall ist dieses jedoch nicht ausführbar. Vielfach würde ein solcher Abflusskanal wegen geringen Gefälles im Flußbette auf außerordentlich weite Entfernung sich erstrecken müssen und daher sehr teuer werden. Dann entsteht die Frage, ob es nicht billiger ist, das Kanalnetz auf den normalen Wasserstand zu beziehen und für kleine Netze Sammelstellen anzulegen, welche, wenn möglich groß genug gemacht, um die Abfluswässer für die Hochwasserzeit aufzufangen, oder aber mittels Pumpwerkes entleert werden.

Die Anschaffungskosten für eine Lokomobile mit Zentrifugalpumpe und deren Betrieb sind oft wesentlich geringer, als die Anlage eines großen langen Abfluskanales, bezw. dessen Verzinsung.

Für kleine Verhältnisse kann auch wohl hiervon Abstand genommen werden, wenn die Ausflüsse



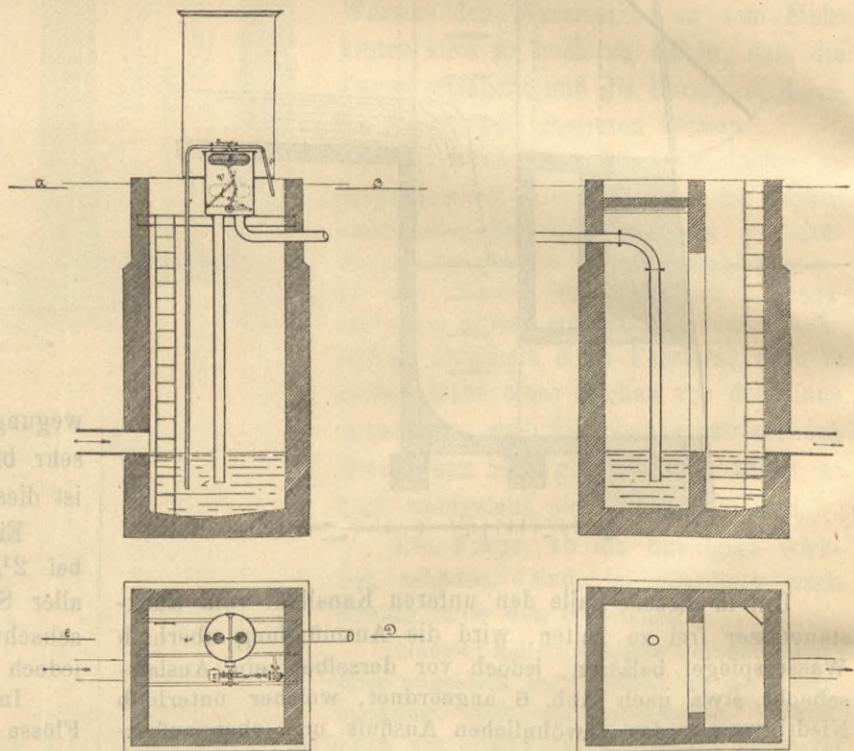
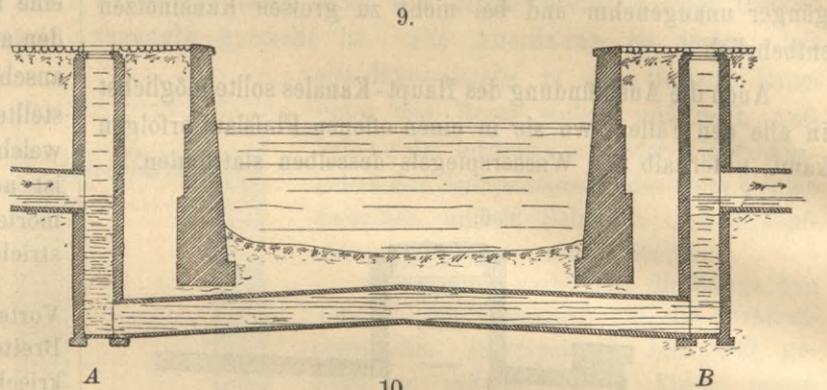
der Kellerableitungen mit gut schließenden Ventilen abgeschlossen werden können. Abb. 8 zeigt ein solches Ventil.

Auf den Rohrabfluß, dessen letztes Stück aus Gußeisen hergestellt und abgehobelt wird, setzt sich eine ebenfalls abgehobelte Glocke, die mittels eines Hebels geschlossen und festgestellt werden kann. Es sind hierbei alle Flächen vermieden, an denen sich Schmutz festsetzen kann.

In solchen Fällen müssen die Abflusleitungen der Regenröhren und möglichst die Küchen oberhalb des Hochwasserspiegels ausmünden und sorgfältig gedichtet sein, damit in ihnen das Stauwasser keinen Schaden anrichten kann. Schlimmsten Falles muß das Küchenwasser in einem hoch genug liegenden Ausguß so lange ausgetragen werden.

London besitzt große Auffangbehälter unterhalb der Stadt an der Themse. In diesen wird das gesamte Abfluswasser während der Flutzeit aufgefangen und bei Eintritt der Ebbe abgelassen. Pumpenwerke zur Beseitigung der Kanalwässer bezw. zur Ableitung nach den Riesefeldern sind mit den Kanalisationen von Berlin, Danzig u. s. w. in Verbindung gebracht.

Größere Schwierigkeiten bieten dem entwerfenden und ausführenden Techniker etwa erforderliche Kreuzungen von Flüssen, oder dergleichen, in dem Falle, wo die Sohle des Flusses tiefer als die Kanalsohle liegt. Es findet sich jedoch dann vielleicht Gelegenheit, den Flußübergang mittels eines ausreichend großen Eisenrohres oder ausgepichteten Kastengerinnes von Holz zu bewirken, das gegen Frost eingehüllt an eine vorhandene Brücke gehängt wird. Andernfalles erfolgt in der Regel die Kreuzung mittels eines sogenannten Dückers.



Der Dücker beruht auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren, wo nach Abb. 9 der Wasserspiegel in der aufsteigenden Röhre B gleich hoch als in A steht.

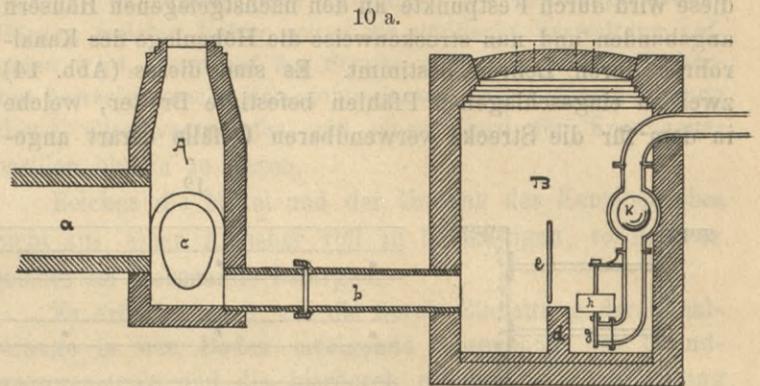
Es gelangen somit auf diesem Wege die Abfluswässer von A nach B, aber wie es leicht ersichtlich wird, nicht ohne in den Schächten A und B sowie in dem Verbindungsrohr einen großen Teil der Sinkstoffe zurückzulassen. Man wird darum einen Dücker nur anlegen, wenn man ihn gar nicht vermeiden kann, weil er tägliche Wartung erfordert, und die Kosten der Herstellung unverhältnismäßig hoch sind.

Der Wasserbauinspektor Eger hat sich einen Apparat patentieren lassen, welcher an die Stelle der Dücker eine Heberleitung setzt. (Abb. 10.) 1885 ist eine solche Anlage bei der Entwässerung von Breslau und nunmehr eine größere

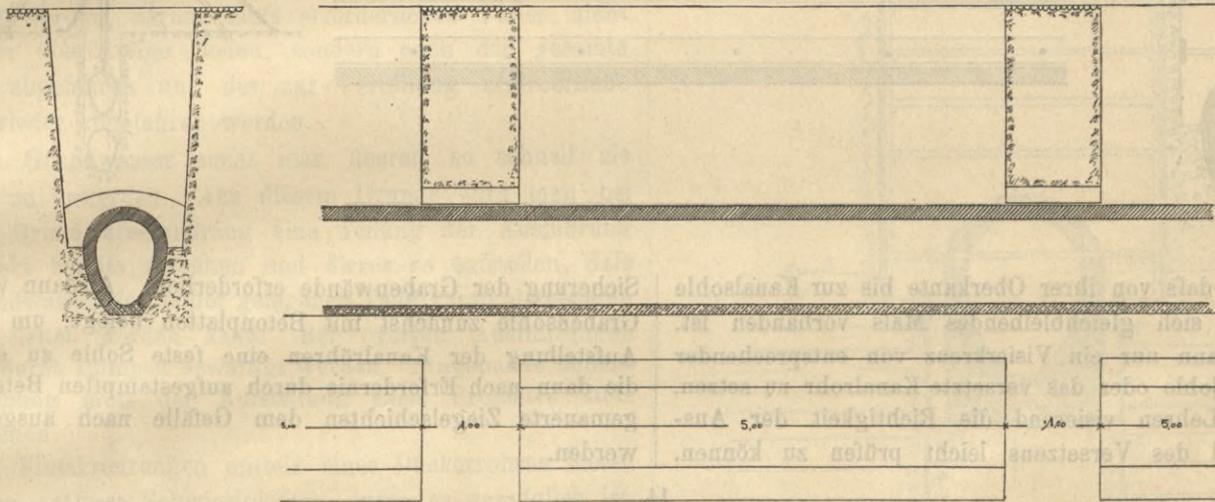
Anzahl bei der Kanalisation Potsdam's zur Anwendung gelangt. In letzterer Stadt sogar in der Weise, daß, veranlaßt durch die für eine Schwemmkanalisation gewöhnlicher Art mit einer Ausmündungsstelle nicht recht geeigneten Terrainverhältnisse, mehrere Ausmündungsstellen angeordnet sind, welche bei strengen Regengüssen als Notauslässe wirken, sonst aber mittels einer Heberleitung mit der tiefer liegenden Pumpstation verbunden sind. Das Schmutzwasser wird von Senkbrunnen nach Abb. 10 a aufgenommen und durch den Heber *g* angesogen. Der Heberauslauf ist nach oben gekrümmt, um ihn gegen Eindringen von Luft in die Leitung zu sichern. Die Entlüftung erfolgt durch Einlassen und Füllen der Heberleitung mittels Druckwassers aus der Wasserleitung, oder einer Speisepumpe. Sobald der Heber gefüllt ist, wird der vorher am Auslauf desselben geschlossene Schieber wieder geöffnet und der Heber in Betrieb gesetzt. Damit diese Arbeit nicht zu oft wiederholt werden braucht, ist der Heber so konstruiert, daß an der Einmündung ein

Kanälen wird die Sohle des Grabens nach Schablone genau in der Form des Kanalmantels ausgehoben, so daß der Kanalmantel vom Kämpfer abwärts in allen Teilen fest an das Erdreich anschließt.

Der Graben wird bei festen Bodenarten nicht durchgehend ausgeworfen, man läßt vielmehr in je fünf Meter



11.



beweglicher Verschluss angebracht ist, welcher dem zufließenden Schmutzwasser den Zutritt gestattet, den Eintritt von Luft aber verhindert. Trotzdem entwickelt sich aus dem Schmutzwasser stets etwas Luft, welche sich am höchsten Punkte der Heberleitung ansammelt und dort durch Füllen der Leitung mittels Druckwassers, wie erwähnt, entfernt werden muß.

Der Ingenieur Rothe in Güsten befaßt sich mit der Herstellung solcher Anlagen.

Die Ausführung der Kanäle verlangt wenig außergewöhnliche Vorbereitungen. Je nach der Bodenart, die durch Bohrungen zu untersuchen ist, wird man in der Lage sein, mit oder ohne Ausspreizung der Baugrube arbeiten zu können.

Zunächst wird die Kanalrichtung, einschließlic der Kurven u. s. w. durch Absteckung in den Straßen sichtbar gemacht und dann die Kanalgrube auf dem Boden aufgezeichnet in der Breite des Kanalrohres zuzüglich eines Arbeitsraumes an beiden Seiten des Rohres, welcher außer der Stärke der Aussteifungsbohlen jederseits wenigstens einige Zentimeter betragen muß, um das Kanalrohr ausrichten und die Fugen darin auch von außen mit Zementmörtel verstreichen oder sonstwie dichten zu können. Bei gemauerten

Entfernung von einander einen Meter breite Stege sitzen die später untergraben werden und zum Absteifen der Grabenwände genügen. (Abb. 11.)

Bei losem Boden muß besondere Absteifung der Grabenwände vorgenommen werden, welche einfachsten Falles durch Bohlen erfolgt, die nach der Längenrichtung gestreckt sind und mittels zwischengekeilter Stempel auseinander gehalten werden. Die Absteifung wird in gleichem Schritt mit der Ausschachtung tiefer geführt. (Abb. 12.)

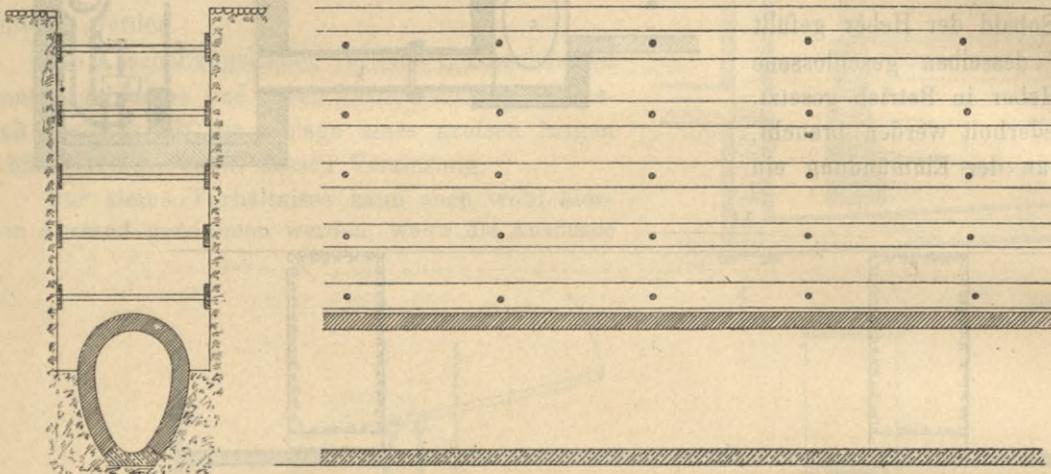
Bei größeren Kanälen werden die Querbohlen durch Stollen gehalten, die alsdann gegeneinander abgesteift werden.

Zum Versetzen großer Zementrohrkanäle verwendet man einen Bock mit Winde, oder Differentialflasenzug, welche stark genug sein muß, um die nicht unbedeutende Last sicher tragen zu können. Der Bock Abb. 13 wird derart eingerichtet, daß er mittels zweier Taue hin und her bewegt werden kann, damit einerseits das Rohr vom Ufer neben dem Kanalgraben aufgehoben werden und dann nach erfolgter Neigung zur andern Seite in die Baugrube gesenkt werden kann. Bei großen Kanalbauten läßt man oberhalb der Baugrube einen Drehkranh auf Schienen laufen, um die schweren Stücke in die Grube senken zu können.

Der Haken *a* der Winde muß so gebogen werden, daß das Gewicht des Kanalrohres ausbalanciert ist, damit nicht etwa das Kanalrohr abgleiten und in die Grube stürzen kann.

Zur Erleichterung beim Versetzen wird vor Beginn der Arbeit das vorhandene Gefälle auf kurze Strecken verteilt und danach streckenweise die Tiefenlage genau bestimmt, diese wird durch Festpunkte an den nächstgelegenen Häusern angebunden und nun streckenweise die Höhenlage des Kanalrohres durch Lehren bestimmt. Es sind dieses (Abb. 14) zwei an eingeschlagenen Pfählen befestigte Bretter, welche in dem für die Strecke verwendbaren Gefälle derart ange-

12.



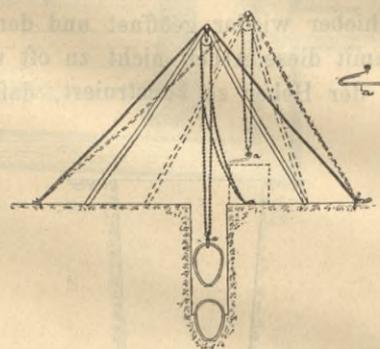
bracht werden, daß von ihrer Oberkante bis zur Kanalsohle ein bestimmtes sich gleichbleibendes Maß vorhanden ist. Man braucht dann nur ein Visierkreuz von entsprechender Länge auf die Sohle oder das versetzte Kanalrohr zu setzen, um über die Lehren visierend die Richtigkeit der Ausschachtung und des Versetzens leicht prüfen zu können.

Zukunft gesorgt, indem auch für wahrscheinliche spätere Anschlüsse solche Mundstücke eingesetzt und einstweilen mit einem Deckel geschlossen werden.

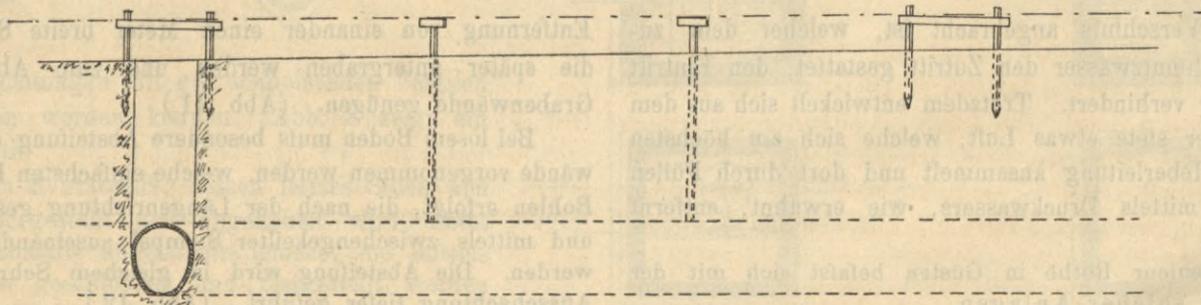
Man beginnt im allgemeinen möglichst an der Ausmündung, damit das fertig gestellte Stück sofort in Benutzung genommen und zur Ableitung des in den Kanalgruben sich sammelnden Grund- und Regenwassers dienen kann.

Bei Vorhandensein von Grundwasser muß die Grabensohle erforderlichen Falles mittels Pumpe trocken gehalten werden. Ist Triebsand vorhanden, so ist bei großen Kanälen die Herstellung von Spundwänden an beiden Seiten zur

13.



14.



Bei geringem Gefälle ist genaue und wiederholte Prüfung außerordentlich wichtig, wobei man viel leichter oberhalb der Erde die Lehren genau einrichten, als unterhalb den Kanal nach minimalem Gefälle verlegen kann.

Die Einschalung der gemauerten Kanäle erfolgt in gewöhnlicher Weise. Die Sohlen werden, wenn sie gemauert oder gestampft werden sollen, nach demgemäß geformten Lehren hergestellt. Nach seiner Fertigstellung wird das Kanalrohr innen mit Zementmörtel glatt verfügt. Je glatter die Sohle und Wandung ist, um so günstiger arbeitet der Kanal. Die Seiteneinlässe bleiben zunächst zurück, doch wird für dieselben ein passend geformtes Mundstück aus Zementbeton oder gebranntem Thon mit eingemauert, bzw. bei Betonkanälen angeformt. Hierbei wird gleich für die

Sicherung der Grabenwände erforderlich. Alsdann wird die Grabensohle zunächst mit Betonplatten belegt, um für die Aufstellung der Kanalröhren eine feste Sohle zu erhalten, die dann nach Erfordernis durch aufgestampften Beton, oder gemauerte Ziegelschichten dem Gefälle nach ausgeglichen werden.

Zwischen den Betonplatten bleibt ein freier Raum, in welchem das Grundwasser nach der Pumpe fließen kann. Abb. 15 zeigt die in solchen Fällen bei der Berliner Kanalisation angewandte Methode. Bei kleineren Anlagen rammt man an Stelle der Spundwände zweckmäßigerweise schmiedeeiserne Platten aus Kesselblech an beiden Seiten ein und nimmt immer nur kurze Strecken im Triebsand vor. Nach Fertigstellung eines Stückes werden die Bleche ausgezogen und weiter verwendet. Sie schließen dichter als Spundwände.

Die Anfüllung des Kanalgrabens erfordert große Vorsicht, damit der Boden nicht jahrelang nachsinkt und das Pflaster nachstürzt. Der eingefüllte Boden muß in kleinen Lagen gestampft und mit Wasser eingeschlämmt werden.

Wo es irgend angängig ist, arbeitet man von oben im Einschnitt; es können jedoch Fälle eintreten, wo unterirdische Ausführung mittels Tunnelbetriebes vorteilhafter ist. In Frankfurt a. M. ist vielfach die Kanalisation in dieser Weise ausgeführt. Die Strafsen sind dort zum Teil nur 1,7 m breit. In diesen mußte der Kanal bis 8 m tief gelegt werden, es war daher hier die Ausführung im Einschnitt unausführbar. Hannover hatte bei der jetzt in Ausführung begriffenen Neukanalisierung beschlossen, des vorhandenen großen Verkehrs wegen, die Georgsstraße im Tunnel nach den Vorschlägen des Professors Dolezalek zu kanalisieren, hat indessen nach einem kostspieligen Versuche davon Abstand genommen. Die Kosten des Tunnelbetriebes sind bei Tiefenlage der Kanäle von nicht über 10 m erheblich höher, als im Einschnitt, auch sind die Schwierigkeiten der Wasserabführung größer.

Bei der Wahl der Ausführungsweise muß auch in kleineren Orten gebührende Rücksicht auf den Verkehr genommen werden. Wenn es auch in den weitaus meisten Fällen möglich ist, den Fuhr-Verkehr durch Nebenstraßen zu leiten, so kann doch der Zugang zu den Wohnungen nicht versperrt werden, darum muß erforderlichen Falles nicht allein der überflüssige Boden, sondern auch der gesamte Aushub abgefahren und der zur Verfüllung erforderliche Boden wieder angefahren werden.

Das Grundwasser sucht man überall so schnell als möglich zu entfernen. Aus diesem Grunde wird man bei starkem Grundwasserandrang eine Teilung der Ausführung im Projekt bereits vorsehen und dieses so aufstellen, daß das Grundwasser der höher gelegenen Teile vorab abgefangen und abgeleitet werden kann. Bei großen Ausführungen muß es durch Pumpen bewältigt werden. Eingehende Bodenuntersuchung muß der Aufstellung eines Projektes stets vorab gehen.

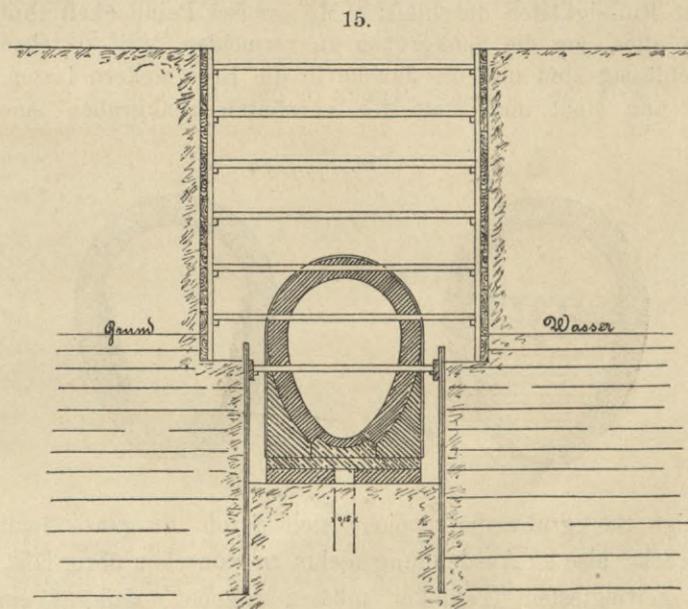
Bei Fluszkreuzungen mittels eines Dückerrohres bieten sich dann größere Schwierigkeiten, wenn es unmöglich ist, den Wasserstand vorher abzusenken bezw. durch einen Fangdamm das Oberwasser aufzustauen. Es muß alsdann zunächst der Rohrgraben im Flussbette ausgebaggert und dann das stets aus Eisenrohren hergestellte Dückerrohr mittels Hebewerkzeugen von provisorischen Überbrückungen aus eingesenkt werden. Hierbei verbindet man stets vorher eine größere Anzahl von Rohrstücken miteinander mittels Flanschen. Ist es nicht möglich, das ganze Rohr mit einem Male zu senken, so müssen die Stöße unter Wasser miteinander verbunden werden. Das ist natürlich mit großen Schwierigkeiten verbunden, und weil es nicht angängig ist, große Rohrlängen öfters hin und her zu schieben, um den Anschluss zu erreichen, läßt man zwischen den beiden Teilen einen größeren Raum, welchen man durch ein besonders nach Maß zu formendes Pafsstück ausfüllt. Dückerrohre kleinen Umfanges stellt man zweckmäßigerweise aus eichenen Bohlen her, deren Stöße mit Pechstricken gedichtet werden, weil Holz erfahrungsmäßig im Wasser unvergänglich ist, dabei erheblich billiger. Alle Dückerrohre müssen mit Gefälle nach den am Ufer befindlichen Senkbrunnen verlegt werden, damit dorthin der abgesetzte Schlamm abfließen kann.

Alle Kanalisationen, selbst die geringen Umfanges, bedürfen — wie alles Menschenwerk — dauernder Pflege und Beaufsichtigung. Es empfiehlt sich daher auch für kleine

Orte, die Aufsicht darüber nicht dem Polizeibeamten, sondern einem möglichst fachkundigen Manne zu übertragen, welcher für Stellung der Stauschieber, Regulierung der Spülapparate u. s. w. zu sorgen hat und unter dessen Aufsicht die Reinigung der öffentlichen Einlaßkasten, besonders aber auch der Privatanschlüsse stattzufinden hat. Gerade bei den Privatanschlüssen fehlt in der Regel jede Ordnung. Der ordnungsliebende Bürger, welcher heftig gegen die städtische Verwaltung auftreten wird, wenn auf der Straße nicht die größte Sauberkeit herrscht, macht sich nichts daraus, hinter seinem eigenen Hause alles versumpfen und einen Herd für Krankheitsbazillen blühen zu lassen.

Reichen die Mittel und der Umfang des Kanalbetriebes nicht aus, einen Aufseher voll zu beschäftigen, so mag er solches im Nebenamte besorgen.

Es erübrigt noch, auf die durch Einbettung der Kanalstränge in den Boden erfolgende Absenkung des Grundwasserspiegels und die hierdurch erfolgende Trockenlegung



von Kellern u. s. w. also des Untergrundes der Wohnungen hinzuweisen. Nur in den seltensten Fällen ist es erforderlich, hierzu besondere Drainagen in der sonst üblichen Weise aus kleinen Thonröhren ohne Muffen, deren Ausgufs von Zeit zu Zeit in den Kanal erfolgt, anzulegen. In der Regel genügt schon die Durchschneidung der undurchlässigen Bodenschichten mittels des für die Kanalausführung erforderlichen Grabens, um die Umgebung trocken zu legen. Alsdann ist es zweckmäßig an die Kanalwänden durchlässiges Füllmaterial, groben Kies oder dergleichen zu bringen.

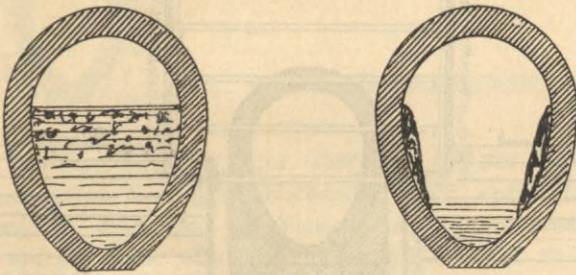
Breslau hat zur Drainierung des Grundes im südlichen und östlichen Stadtteile besondere Röhrennetze aus durchlöcherten Thonröhren angeordnet, im allgemeinen aber zieht sich das Grundwasser, auch ohne in den Kanal gelangen zu können, an den Wänden der Kanäle entlang dem Ausflusse zu.

Diese bisher kurz in seiner Anlage und Ausführung geschilderte Kanalisationsart „die Schwemmkanalisation“ hat auch ihre Mängel und daher eine große Zahl von Gegnern gefunden.

Hoffmann sagt darüber in seiner Schrift „gegen die Kanalisation“: der Kostenaufwand, den die Erbauung der

Schwemm-Kanäle erfordert, ist enorm. Die Freunde des Schwemm-Systems sind zwar der Ansicht, daß die Kosten durch die verringerte Arbeit und vermehrte Steuer-Einnahme wieder aufgewogen würden, wenn die Kanalisation allseitig gut durchgeführt ist, jedoch erreicht man den Zweck einer guten Städte-Reinigung besser und billiger, als durch Kanalisation. Was nun die Kanalisation selbst anbelangt, so müssen die Haupt-Kanäle wenigstens in Steinen und Zement ausgeführt werden und schon wegen der absoluten Notwendigkeit der Begehrbarkeit der Kanäle, genügend groß, was behufs Entfernung des sich ansammelnden Schlammes und Sandes durchaus erforderlich ist. Zudem gehört eine solche Menge von Nebenbauten, wie Einsteigeschachte, Lampenschachte, Seitengänge, Staubassins, Spülthore, Notkanäle und anderes mehr zu dem System, daß dieses dadurch zu einem enorm kostspieligen Apparat anwächst. Ein äußerst schwer wiegender Nachteil ist nun aber noch der, daß es überhaupt unmöglich ist, den Kanal so dicht herzustellen, daß er absolut nicht Flüssigkeiten durchläßt. Mit großer Peinlichkeit thut man alles, um die Senkgruben zu vermeiden, weil sie eben durchlässig sind und die Jauche in die Erde sickern lassen, und nun stellt man statt der verpönten Senkgruben eine

16.



einzigste Senkgrube dar, welche sich durch die ganze Stadt erstreckt, also an Ausdehnung nichts zu wünschen übrig läßt. Die gewiegtesten Techniker müssen zugeben, daß es ein Ding der Unmöglichkeit ist, die gemauerten Kanäle absolut dicht herzustellen und was die Hauptsache ist, dieselben dicht zu erhalten; ferner ist es nicht möglich, die Beileitungen, gewöhnlich Thon- respektive Eisenrohr, für eine ganze Stadt vollkommen dicht und gewissenhaft anzuschließen. Eine Reinhaltung des Bodens ist mithin nicht denkbar. Durch Erschütterungen, Verwitterung des Mauerwerks, durch ungleichmäßiges Setzen des Erdbodens bekommen die Kanäle Risse, welche leider erst dann bemerkt werden können, wenn die umgebende Erde bereits infiziert und schweres Unheil hervorgerufen worden ist. Die Annahme, daß durch genügendes Gefälle der Kanäle die Unratmassen in kurzer Zeit abgeschwemmt werden und so ein Durchsickern der Jauche in die Erde nicht stattfinden kann, ist eine fromme Täuschung. Durch angeschwemmte Sandmassen, welche an einigen Stellen der Kanäle liegen bleiben werden, wird die Jauche in der Höhe der Sandablagerung erhalten, ohne abfließen zu können, und hat somit genügend Zeit, in den Erdboden durch die etwa entstandenen Risse einzudringen. Die Freunde der Schwemm-Kanalisation weisen darauf hin, daß bei Aufgrabungen, welche man in Hamburg vornahm, das umliegende Erdreich nach zehn Jahren noch nicht infiziert war. Dieses mag ja richtig sein, allein die

Kanäle sollen doch länger ausreichen als für zehn Jahre. Zudem ist jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß, wenn wirklich an der einen oder anderen Stelle nichts gefunden worden, etwa zehn Meter weiter oder in einer noch geringeren Entfernung, sich ein Riß im Kanal befand. In Entfernungen von zehn zu zehn Metern wird man die Aufgrabungen nicht vorgenommen haben. Wenn aber überhaupt die Möglichkeit der Schadhaftheit vorhanden ist, so ist dieses keineswegs eine Empfehlung für das System, noch dazu eines so kostspieligen.

Die Erfahrungen haben ferner bewiesen, daß es unmöglich ist, die beinahe geruchlosen, aber dennoch höchst gefährlichen Kanalgaße von den Häusern und Straßen abzuhalten. Der Behauptung, daß die Kloakengase wenig oder gar keinen Druck ausüben, infolge dessen auch nicht das Wasser unserer Geruchverschlüsse zu durchtreten im Stande sind, wird entgegnet, daß die Gase nicht durch ihren Druck, sondern infolge ihrer Leichtigkeit und Diffusionskraft in das Wasser des Geruchverschlusses, und wenn dieses gesättigt, aus dem Wasser in unsere Wohnungen dringen. Zudem ist auch nicht ausgeschlossen, daß unter Umständen ein recht erheblicher Druck in den Kanälen stattfinden kann. Die den Kanälen entströmenden Gase haben ihren Ursprung in der Ebbe und Flutbewegung des Kanalbestandes. Infolge des großen Wasserverbrauches in den ersten Tagesstunden wird meist um die Mittagszeit Hochwasser im Kanal sein, dagegen wird in der Nacht, da gegen Abend der Verbrauch des Wassers spärlicher, ja sogar ganz eingestellt wird, wenig Wasser im Kanal vorhanden sein, also Ebbe stattfindet.

Die Fäkalien, welche infolge ihrer spezifischen Schwere oben schwimmen und, wie dieses bei jedem fließenden Gewässer der Fall ist, gegen die Wandungen getrieben werden, bilden beim Fallen des Wasserstandes zu beiden Seiten des Kanals Kotstreifen, deren Breite gleich der Niveau-Differenz der Wasserstände ist. Die Kotstreifen befinden sich in permanenter Gärung und rühren von ihnen die so schädlichen Gase her, welche sich namentlich am Morgen bemerkbar machen, da alsdann der Wasserverbrauch wieder anfängt und dadurch Flut erzeugt wird, die angesammelten Gase also verdrängt werden. Daß also durch Wasserspülung eine vollständige Reinigung hervorgerufen wird und deshalb Fäulnis-Produkte innerhalb der Stadt nicht zurückbleiben, ist ein Irrtum.

Die landwirtschaftliche Verwendung des so wertvollen Düngers geht natürlich vollständig verloren, und ist dieses mit der Hauptnachteil des Systems.

Die Erträge der Felder werden von den Städten in Massen verzehrt, und hat infolge dessen die Landwirtschaft gerechte Ansprüche auf den Dung, welchen sie andererseits notwendig braucht, um dem Boden Ersatz zu liefern für die Stoffe, welche ihm durch die Pflanzen entzogen werden. Durch die Schwemmsiele wird dieser Dung nun leichtsinniger Weise fortgeschwemmt, um später für vieles Geld im Auslande gekauft zu werden. Jährlich werden Tausende von Zentnern künstlichen Düngers aus dem Auslande bezogen und liegt es klar auf der Hand, daß unser Nationalwohlstand bedeutend darunter leidet. Würde es der Schwemmkanalisation gelingen, überall festen Fuß zu fassen, so ginge unsere Landwirtschaft vollends zu Grunde, denn schon jetzt

macht sich der Düngungsmangel fühlbar, infolge dessen die Preise für künstliche Ersatzmittel des Düngers täglich steigen. Wenn nun einige Freunde der Schwemmkanalisation behaupten, der Dung mit menschlichen Exkrementen habe keine Vorteile zu verzeichnen, oder man kann die Exkremente an die Landleute nicht los werden, so beruht diese Behauptung auf Unkenntnis der Sache. Gegen diese bedauerliche Ansicht, die übrigens leider nicht vereinzelt dasteht, ist nur das zu erwähnen, daß überall, wo die Landwirtschaft blüht, der Dünger nicht nur unentgeltlich aus den Städten von den Landleuten abgeholt wird, sondern sogar an Unternehmer dafür noch Preise von den Landleuten gezahlt werden. So werden z. B. in verschiedenen Städten Badens von Unternehmern jährlich 25 bis 35 Mark für den Inhalt einer Abtritts-Grube gezahlt. Selbstverständlich haben die Landwirte noch mehr an den Unternehmer zu zahlen. In badischen Garnisonen werden die Exkremente schon seit vielen Jahren meistbietend versteigert und dafür ziemliche Summen eingenommen. Aus alledem geht hervor, daß der Dung doch so wertlos nicht ist, wie die Freunde des Schwemmsystems angeben u. s. w.

Es hat an Vorschlägen, diese zweifellos mit der Schwemmkanalisation verbundene Mängel zu beseitigen, nicht gefehlt. Während Hoffmann dagegen das Tonnenabfuhrsystem als das einzig richtige bezeichnet, stellten Liernur, Berlier, Shone und andere sogenannte getrennte Kanalisationssysteme auf, wobei sie darauf ausgehen, im wesentlichen nur die stark mit organischen Stoffen geschwängerten Gebrauchswässer durch eine eigene Rohrleitung, aus den Wohnungen zu entfernen, dahingegen es den Regen- und leicht verunreinigten Hauswässern gewissermaßen selbst überlassen, sich ihren Weg zu suchen, d. h. sie stellen es anheim, diese nach wie vor in den Rinnsteinen abfließen zu lassen, oder getrennte Rohrleitungen bzw. Kanäle für ihre Ableitung auf dem kürzesten Wege zum nächsten Flusse anzulegen.

Das System Liernur trennt die Abflüsse aus den Haushaltungen, welche stark mit stickstoffhaltigen Stoffen verunreinigt sind, vom Regenwasser und solchen Haus- und gewerblichen Abflüssen, welche keine oder geringe Mengen organischen Stoffen enthalten. Es werden sonach in einer Rohrleitung, welche 13 cm weit aus Gufseisen hergestellt wird, der Urin, Klosettinhalt, Abflüsse aus den Küchen u. s. w. mittels eines Pumpwerkes nach dem Maschinenhause außerhalb der Stadt abgesogen, während für das unschädliche Regenwasser auf dem direktesten Wege Ableitungen nach dem nächsten Flusse geführt werden. Diese Kanäle können des geringeren Abflusses und kürzeren Strecke wegen wesentlich kleinere Abmessungen erhalten, als bei der Schwemmkanalisation, d. h. sofern die örtliche Lage nicht ohnedies eine lange Kanalleitung fordert.

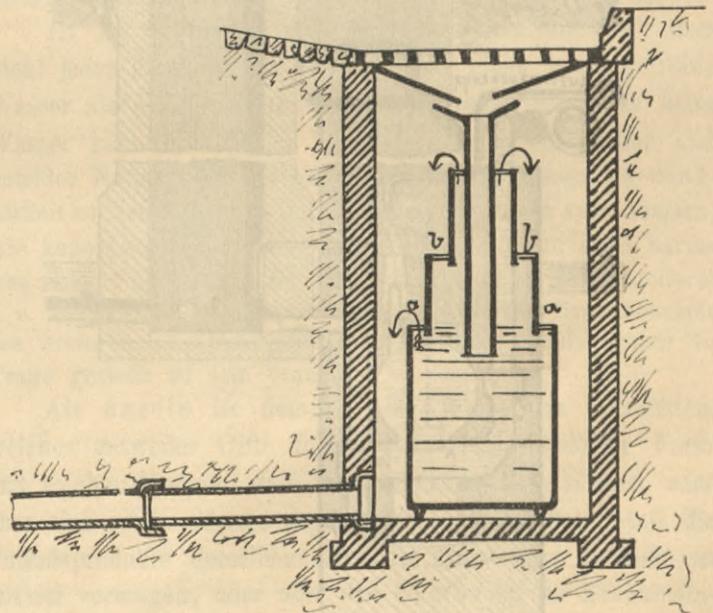
Liernur konstruiert für diese letzteren auch eigenartige Schlammweimer, Abb. 17, damit Strafsenkehricht, Kot u. s. w. vom Abflusskanal fern gehalten werden. Die Öffnungen *a b c* sind mit Metallsieben verschlossen, durch welche die von unten aus dem Schlammweimer aufsteigende Flüssigkeit austreten soll. Verstopft sich hierbei das Sieb *a*, so steigt das Wasser durch das Sieb *b* aus und fällt von oben auf *a*, wodurch dieses gereinigt werden soll. Falls auch *b* nicht mehr frei bleibt wiederholt sich das Spiel bei *c*. Der Schlamm-

eimer muß so tief gestellt werden, daß die Siebe nicht zufrieren können.

Liernur zerlegt jedes Stadtgebiet in eine Anzahl von Teilen, deren jeder etwa 6 ha umfaßt. Die mit einem Kotverschlusse versehenen Aborte dieses Gebietes werden mittels luftdichten 13 cm weiten gufseisernen Röhren mit einem luftdichten Kessel in Verbindung gebracht. Diese Luftkessel der Teilgebiete sind wieder mit einem außerhalb der Stadt befindlichen Hauptkessel verbunden, der mittels einer Luftpumpe, welche durch Dampf betrieben wird, luftleer gesogen wird. Auf diese Weise werden täglich die Fäkalien nach den Sammelkesseln und von diesen nach der Zentralstelle gesogen.

Liernur berechnet pro Kopf und Tag etwa ein Liter Fäkalien, Urin und Wasser. Diese Angabe hat sich indessen in der Wirklichkeit anders herausgestellt, indem in den mit Liernur's System versehenen Städten im Durchschnitt 2,55 Liter in der Zentralstation anlangen. Es gelangen sonach größere Wassermassen dorthin, als Liernur berechnet.

17.



Diese Massen sollen nach seiner Absicht zu Poudrette verarbeitet werden, indem das Wasser darin verdampft wird, und Liernur rechnet noch einen Vorteil für die Städte heraus. Daran ist bei dem großen Wasserinhalt nicht zu denken, weil die Verdampfung zu kostspielig wird, es bleibt sonach die Verwertung in anderer Weise etwa auf Rieselfeldern, oder durch Abfuhr u. s. w. auch hier allein offen und damit fällt ein Hauptvorzug des Systems fort.

Liernur hat aus diesem Grunde selbst mit seinem puritanischen Trennungssystem gebrochen, indem er die Spülung der bisher mit dem häßlichen Kotverschlusse versehenen Abortbecken zuläßt.

Des Kostenpunktes wegen wird das Liernur-System daher sehr stark angefeindet und ist nur in wenigen Fällen zur Ausführung gelangt.

Zweifellos besitzt jedoch die Trennung der Fäkalien von den sonstigen Abflüssen sehr große Vorzüge, besonders bei dem heutigen Standpunkt der Hygiene.

Gegen das Differenziersystem Liernur's wendet sich Blum im Jahrgang 1881 der Deutschen Bauzeitung indem

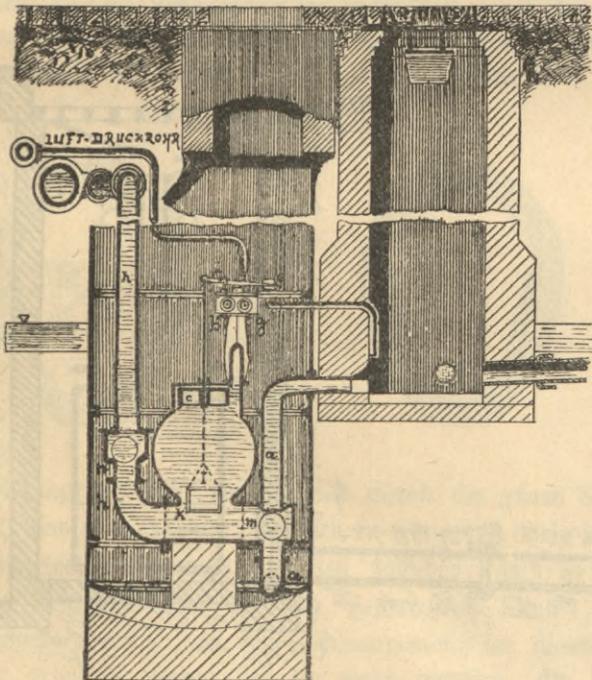
er berechnet, daß der Betrieb desselben zu teuer sei und schließt auf Grund seiner persönlichen Eindrücke bei Besichtigung Liernur'scher Anlagen in Amsterdam und anderen holländischen Städten indem er sagt:

„Das Differenziersystem arbeitet, was die pneumatische Rohrleitung und deren Dependenz betrifft, vorzüglich. Es giebt, abgesehen von dem Kostenpunkt, zu ernstesten Bedenken in den holländischen Städten nicht Veranlassung.

Das System ist aber nicht ein Differenziersystem im Sinne des Erfinders, weil die pneumatischen Rohre viel mehr Massen nach den Zentralstationen führen als sie der Absicht des Erfinders nach führen sollten. Die Masse der menschlichen Exkremente ist eine konstante, d. h. circa $462 : 365 = 1,265$ kg pro Kopf und Tag. Das Plus der Masse von mindestens $2,55 - 1,265 = 1,285$ Liter ist also Wasser.

Wegen dieses großen Überschusses an Wasser ist eine Poudrettebereitung aus den gewonnenen Massen so lange

18.



nicht möglich, bis diese nicht auf billigere Weise herzustellen ist als bisher.

Die Strafsenkanäle, welche das Regen- und Hauswasser ableiten sollen, führen nicht nur reines Wasser in die Flußläufe, sondern ihr Inhalt ist mehr oder weniger ebenfalls mit Stoffen versetzt, die in Fäulnis übergehen werden. Diese Kanäle dürfen daher nicht innerhalb des Stadtgebiets in die Flußläufe entleeren. Die Größe der Kanäle wird von den etwa abzuführenden Hauswässern in kaum nennenswertem Grade bestimmt, die Regenwasser-Massen, welche in dem Sammelgebiete der Kanäle niederfallen, bestimmen die Größe dieser letzteren.

Eine Stadt wäre demnach genötigt, neben dem teuren pneumatischen Röhrennetz, welches die Fäkalien ableitet, ebenso große Kanäle zur Ableitung des Regenwassers zu bauen, als sie brauchte um Fäkalien und Regenwasser abzuleiten.

Das pneumatische System Liernur's ist für die finanziellen Verhältnisse der meisten deutschen Städte wohl zu kostspielig.

Das System der pneumatischen Rohre (Liernur) eignet sich vorzüglich zur Ableitung aller Wässer und Abfallstoffe

für Städte, die auf ganz flachem Terrain erbaut sind, die kein Thalgefälle haben, wie die meisten holländischen Städte. Doch müssen die an den Zentralstationen gewonnenen Massen auch dort weiter fortgeschafft oder unschädlich gemacht werden und es bleibt diese Aufgabe schließlich eine der schwierigsten, welche die städtischen Behörden zu lösen haben. Zweifellos gut wäre das System für solcherweise gelegene Städte, wenn es so korrigiert werden könnte, daß das Regenwasser von den Strafsen- und Hofflächen allein den Kanälen zugeführt werden könnte, dagegen alle übrigen Stoffe und Abwässer den pneumatischen Röhren.“

Shone zerlegt gleich Liernur das Kanalnetz einer Stadt in eine Anzahl kleinerer Netze, welche derart angeordnet werden, daß jedes Netz nach dem tiefsten Punkte innerhalb desselben sein Gefälle erhält, wodurch es ermöglicht wird, den Kanälen selbst bei kurzen Längenabmessungen und geringem Durchmesser großes Gefälle zu geben.

Im Mittelpunkte eines jeden solchen Netzes, dessen Leitungen aus 15 cm weiten, erforderlichen Falles auch etwas weiteren Thonröhren hergestellt werden, wird ein Ejektor aufgestellt (Abb. 18). Eine Pressluftrohrleitung durchzieht das ganze Stadtgebiet und ist mit jedem Ejektor verbunden. Während Liernur mit Luftleere arbeitet und die Stoffe ansaugt, verwendet Shone gepresste Luft. Diese wird, wie bei Liernur in einer Anstalt außerhalb der Stadt erzeugt. Neben dem Ejektor liegt im Strafsenkörper ein Einsteigeschacht, an dessen Sohle die Zufußleitungen aus dem Rohrnetze münden. Durch das Rohr *a* fließen diese Wässer in den Ejektor, aus welchem die Luft mittels eines durch einen Schieber verschließbaren Rohres *b* entweichen kann. Sobald das Kanalwasser den Kessel des Ejektors bis zur Höhe *e* füllt, steigt der dort befindliche Schwimmer *c* und schließt mittels einer Stange durch den ausbalancierten Hebel *d* den Schieber des Abluftrohres *b*, während gleichzeitig der Schieber vor dem Luftdruckrohre geöffnet wird und die Druckluft in den Ejektor eintritt. Durch den Druck der Luft wird die in diesem befindliche Flüssigkeit in das Steigerrohr *h* gehoben, um von dort in das Abluftrohr zu gelangen.

Dieses braucht sonach nur so tief unter dem Pflaster zu liegen, daß es nicht einfrieren kann. Sobald die Flüssigkeit aus dem Ejektor bis zum Punkte *k* gesunken ist, tritt das im Ejektor an dem Schwimmer hängende Gefäß *l* in Wirksamkeit, weil aus demselben die Kanaljauche nicht abfließen kann, und zieht den Schwimmer und damit den Schieber vor der Druckleitung zu und vor der Abluftleitung offen, so daß das Spiel von vorn beginnen kann. Der Zutritt des Wassers findet von unten in den Ejektor statt und hier, wie im Steigerrohr ist ein Ventil angebracht, welches die Rohre beim Eintritt der Druckluft bzw. nach Aufhören des Druckes schließt, so daß keine Gegenwirkung erfolgen kann. Die Entleerung der Ejektoren erfolgt in der Stunde 10—20 mal, je nach dem das Gefäß sich gefüllt hat. Mittels der Sammelleitung wird die Jauche aus der Stadt entfernt. Shone läßt die Frage offen, was mit derselben dann weiter zu erfolgen hat und überläßt das der Bestimmung von Fall zu Fall.

Weil die verhältnismäßig engen Zufußleitungen in ihren Anfängen, deren es eine große Zahl giebt, nicht gespült werden können, sich also nicht selbst reinigen (denn auch

das Regenwasser bleibt fern von ihnen), so wendet Shone hier selbstthätige Heberspülapparate an. Diese bestehen aus einer Schale von 15 Liter Inhalt, die aus einer Wasserleitung gefüllt wird, und nach erfolgter Füllung sich in einen Spülbehälter entleert. Das Kippen wiederholt sich, bis der Behälter mit 2—500 Liter Inhalt gefüllt ist und dieses sich durch einen Heber innerhalb 20—40 Sekunden in die Rohrleitung entleert. Derartige Spülapparate werden an jedem Kopfende einer Strafsenleitung angebracht.

Man sieht, der Apparat ist nicht ganz einfach und die Kosten des Betriebes sind auch nicht unerheblich.

Berlier benutzt bei seinen Systemen ebenfalls Druckluft zur Entleerung. Er bringt unter jedem Abfallrohr einen Recepteur an, d. i. ein Drahtkorb, welcher alle festen Stoffe, Schrubbelappen, Scherben u. s. w. auffangen soll. Neben demselben befindet sich ein Evacuateur. Dieses cilindrische Gefäß mit konischem Boden füllt sich mit der Jauche, wodurch ein Schwimmer gehoben wird, der seinerseits den Verschluss der Druckluftleitung öffnet, wodurch die Jauche in die Abflußleitung gedrückt wird.

Auf einfacheren Prinzipien beruht die vom Rentner Goldner erfundene Abführungsart für den Inhalt der Klosette.

Goldner hat gefunden, daß unter einer Wasserdecke die Abtrittstoffe (feste Stoffe und Harn) 6—7 Tage sich frisch erhalten. Er füllt daher seine Abortgrube mit Wasser, in welches das Abfallrohr des Abortes eintaucht. Dabei ergibt sich die auffallende Thatsache, daß auch der Harn, schwerer als das Wasser, sich zu Boden senkt und sich nur sehr langsam mit dem darüber stehenden Wasser vermischt. Das durch die in die Grube gelangenden Stoffe verdrängte Wasser fließt oben ab. Nach 6—7 Tagen werden die noch frischen Kotmassen mittels einer am Boden der Abortgrube angebrachten Rohrleitung abgelassen und können sehr wohl in engen Kanalnetzen ohne Abfuhrkosten, bei sonst günstigen Gefälleverhältnissen aus den Städten entfernt und für die Landwirtschaft verwertet werden.

Eine solche einfache Art getrennter Abführung dürfte gegebenenfalls für kleine Kanalisationen, die gleichzeitig die Abführung der Abortinhalte bewirken sollen, wohl zu beachten sein, weil dann unter sonst günstigen Verhältnissen die übrigen Wässer auf dem nächsten Wege den Flüssen zugeführt und die Kanäle billiger hergestellt werden können.

In der Regel begnügt man sich in kleinen Orten allerdings mit der Abführung der Küchen- und Regenwässer und überläßt der Landwirtschaft die Fortschaffung der Düngestoffe.

Die Klärung der Abwässer.

Bevor wir zur Besprechung der Klärungseinrichtungen übergehen, ist es erforderlich, der Frage näher zu treten: „Was ist unter reinem Wasser in den Flüssen zu verstehen?“

Ursprünglich haben sich in den Flußbetten nur diejenigen Wassermassen bewegt, welche unterirdisch aus den Quellen- und dem Grundwasser des umgebenden Erdreiches, sodann oberirdisch bei Regengüssen in dieselben gelangten.

Als rein in engerem Sinne können nur die Quell- und Grundwassermengen gelten, die Regenwasser dagegen nur als mehr oder weniger verunreinigt, denn aufer einer Anzahl von Bodenteilchen (Sand u. s. w.) führen sie den Fluß-

läufen organische Bestandteile zu, welche aus der Ackerkrume entnommen worden sind.

Unter reinem Flußwasser wird man also nur solches mit geringen Mengen organischer und unorganischer Bestandteile in gelöster und schwebender Form zu verstehen haben; nicht aber solches, welches völlig klar scheint, denn in dem kristallklaren Wasser können giftige Stoffe in großer Menge gelöst sein, während umgekehrt das Vorhandensein einer Menge schwebender Stoffe das Wasser wohl trübe aber durchaus nicht immer schlecht machen wird.

Ein ganz geringer Zusatz von Farbstoffen, etwa aus den Abgängen einer Färberei herrührend, kann Wasser trüben und doch wird es in vielen derartigen Fällen nicht einmal möglich sein, den Grad der Verunreinigung quantitativ festzustellen. So führt Dr. H. Fleck in seiner Arbeit „Über Flußverunreinigungen“ an, daß ein Zusatz von Indigoblau zu reinem Wasser in zwanzigmillionenfacher Verdünnung bei 1 m Schichthöhe weissen Grund blau gefärbt erscheinen lasse. In ähnlicher Weise wirkte fein geschlämmt weißer Thon. Diese geringen Mengen schwebender Stoffe sind aber durch chemische Untersuchung der Menge nach nicht festzustellen.

Es ist daher an dem Grundsatz festzuhalten, „daß nicht jedes klare Wasser als rein und nicht jedes getrübe Wasser als wesentlich unrein zu beurteilen ist. Das klare Wasser kann eine große Zahl von Stoffen salinischer und putriden Natur aufgelöst enthalten, welche dessen Verwendbarkeit zu Haushaltungs- und Reinigungszwecken ausschließen, wie andererseits die Trübung eines Wassers durch ganz harmlose Stoffe: Thon, Kreide, Holzstoffteile einer Holzschleiferei u. s. w. bedingt sein kann, durch welche die Brauchbarkeit des ersteren zu oben genannten Zwecken nicht immer in Frage gestellt zu sein braucht.“

Als unrein ist demnach ein Wasser zu betrachten, welches entweder Gifte in gelöster oder ungelöster Form und solchen Mengen, daß sie schädlich wirken können, oder aber eine solche Menge organischer Stoffe enthält, daß die Fäulnisprodukte derselben als Gifte direkt oder indirekt zu wirken vermögen, oder aber den Nährboden für Krankheitserreger bilden: und schließlich ist solches Wasser unrein, welches in Gestalt von Bakterien Krankheitskeime einer oder anderer Art mit sich führt. Denn nicht allein das Aussehen und die chemische Zusammensetzung des Wassers kommt hier allein in Betracht, vielmehr hat man seit der Entdeckung der Krankheitserreger in der Gestalt von mikroorganischen Gebilden die Wichtigkeit dieser Lebewesen für Leben und Gesundheit erkannt und pflegt deren Vorhandensein durch mikroskopische Untersuchung und künstliche Züchtung festzustellen.

Außer den Krankheitserregern finden sich, wie schon erwähnt, in jedem Wasser, in der Luft, überall Spaltpilze, deren Lebensthätigkeit von der größten Wichtigkeit für die im Wasser, in der Luft u. s. w. vor sich gehenden Stoffveränderungen sind.

So bewirkt die Thätigkeit der Aërobien (der im Sauerstoff lebenden Spaltpilze) neben der Lebensthätigkeit der auf den Rieselfeldern wachsenden Pflanzen, den Erfolg der letzteren bei Reinigung der auf die Felder geleiteten und in den Boden derselben dringenden Schmutzwässer*).

*) Vergl. Seite 5.

Die Reinigung der Schmutzwässer kann erfolgen:

1. durch Berieselung;
2. „ Filtration;
3. „ Klärung in Klärteichen mit und ohne Zusatz von chemischen Fällungsmitteln;
4. durch Anwendung chemischer Fällungsmittel mit darauf folgender Berieselung;
5. durch mechanisch wirkende und sonstige Reinigungsverfahren.

Für städtische Kanalwässer sind bisher allgemeiner nur die Berieselung (Berlin, Danzig u. s. w.), Klärung in Klärteichen oder Becken (Frankfurt a. M.) und mechanische Reinigungsverfahren (Dortmund und Essen) zur Anwendung gelangt, aber leider hat sich keines derselben als in jeder Hinsicht zweckentsprechend erwiesen.

Über die Wirkung der Berieselung äußert sich Professor König wie folgt:

Durch die Berieselung gehen vorwiegend folgende Veränderungen mit den fauligen und fäulnisfähigen Schmutzwässern vor:

1. Die suspendierten Schlammstoffe werden aus denselben entfernt, indem sie sich mehr oder weniger vollständig mechanisch auf und in dem Boden niederschlagen.

2. Die gelösten organischen Stoffe werden zum Teil vom Boden absorbiert und durch den Sauerstoff der Bodenluft resp. des Wassers oxidiert; gleichzeitig aber wird dem Wasser auch noch wieder Luftsauerstoff zugeführt.

3. Die gelösten Mineralstoffe oder die mineralisierten Verbindungen, wie Salpetersäure, erfahren eine Abnahme, insofern sie entweder direkt von den Pflanzen aufgenommen oder zum geringen Teil (wie Kali, Phosphorsäure und Ammoniak) vom Boden absorbiert werden.

Durch die Berieselungen werden daher am naturgemäßesten alle die Bedingungen erfüllt, welche notwendig sind, um den schädlichen Charakter dieser Abfallwässer zu beseitigen. Leider aber stehen nicht immer hinreichende oder geeignete Bodenflächen für die Berieselung zur Verfügung; man ist alsdann gezwungen, dieselben nach dem einen oder anderen Verfahren sozusagen künstlich zu reinigen. Selbstverständlich besitzt alsdann dasjenige Verfahren den Vorzug, welches in seiner Wirkung der Bodenberieselung am nächsten kommt.

Dieses würde z. B. am meisten bei der intermittierenden Filtration der Fall sein; indessen gehören, da hier die reinigende Wirkung, welche die wachsenden Nutzpflanzen (und die Mikroorganismen aller Art) ausüben, wegfällt, zur Erzielung eines gleichen Effektes, viel größere Filtrationsflächen resp. Volumen, als bei der Bodenberieselung (vergl. darüber weiter hinten).

Es hat daher die Filtration für sich allein bis jetzt nur eine beschränkte Anwendung gefunden. Wenn die Bodenverhältnisse eine Reinigung durch Berieselung nicht gestatten, so greift man vielmehr fast allgemein zu den chemischen Fällungsmitteln, indem man die gefällten Stoffe auf irgend eine Weise in Klärbassins oder sonstwie absetzen läßt.

Für kleinere Kanalisationen sind auch kleinere Rieselfelder erforderlich, welche gleichzeitig billig sind und deswegen ist gerade bei diesen wohl zu erwägen, ob die

Klärung der Abfluswässer nicht auf solche Weise erfolgen kann.

Vielfach wird ausreichendes Gefälle vorhanden sein, um die Kanalwässer den Rieselwiesen oder Feldern ohne Kunstwerke zuführen zu können.

Die Stadt Bunzlau hat bereits im Jahre 1559 Rieselfelder zur Reinigung ihrer städtischen Abfluswässer angelegt. Diese Rieselanlage ist im Laufe der Jahre erweitert. Bereits im Jahre 1531 ist in Bunzlau mit der Herstellung gemauerter begehbarer Kanäle begonnen. Die Rieselfeldanlage Bunzlaus ist darum die älteste bekannte Rieselfeldanlage in Deutschland und ist älter als die bisher als erste Anlage bezeichnete Edinburgs, welche im Beginn dieses Jahrhunderts gemacht worden ist.

Die Größe der Rieselfelder richtet sich nach der Art des Untergrundes, je nachdem er sandig ist. Danzig leitet die Abwässer auf die 510 ha großen Dünenflächen der Stadt und berieselt einen Hektar mit den Abfluswässern von 460 Einwohnern. Die Einrichtung jeden Hektars zur Berieselung hat 800 Mk. gekostet.

Breslau hat einen Hektar auf 400 Einwohner. Bei englischen Anlagen kommen auf 285 Einwohner ein Hektar Rieselfeldfläche.

Für gute Anlagen sollten auf je 160—180 Einwohner ein Hektar Rieselfeldfläche gerechnet werden. Die Ministerial-Baukommission verlangt mindestens einen Hektar auf 250 Köpfe.

Die Einrichtung der Rieselfelder erfordert eine Anzahl von offenen Gräben, welche von einem Hauptgraben ausgeht und sich wieder in eine Anzahl kleinere Gräben zerlegt, zwischen welchen die Wiesen- oder Gemüsiefelder liegen. Der Boden der Rieselfelder muß sehr sorgfältig drainirt werden, damit keine Versumpfung stattfindet. Je nach der Bodenbeschaffenheit müssen die Drainröhren höher oder tiefer in den Boden verlegt und die Entfernung von einander bestimmt werden. Für die Zeit während der Wintermonate, wo der Boden nicht so viel Spülwasser aufzunehmen vermag, muß für Teiche zur Aufspeicherung der Spüljauche gesorgt werden, wenn es alsdann nicht zulässig ist, das Spülwasser direkt dem Flusse zuzuführen. Die Herstellungskosten haben pro Hektar Rieselfeldfläche in Breslau 1100 bis 1400 Mark betragen.

Professor König hat durch eingehende Versuche die Wirkung verschiedener Bodenarten zu ergründen versucht. Er verwendete zu diesen Versuchen 1. mageren Sandboden, 2. Lehmboden, 3. Kalkboden, 4. Moorboden und fand,

„daß die organischen Stoffe im abrieselnden Wasser bei allen Bodenarten erheblich zugenommen haben, während die Abnahme an Sauerstoff bei Moorboden am stärksten ist. Entsprechend der großen Kalkarmut des Moorbodens ist auch die Aufnahme von Kalk aus dem Wasser sehr bedeutend und auch bei dem kalkarmen Sandboden erheblich größer, als bei dem kalkhaltigen Lehmboden resp. kalkreichen Kalkboden, bei welchen sogar das abrieselnde Wasser zugenommen hat. Daß in dem abrieselnden Wasser bei dem Moorboden die Salpetersäure viel weniger abgenommen hat, als bei den anderen Bodenarten, kann bei dem größeren Gehalt des Moorbodens an Stickstoff gegenüber den anderen Bodenarten nicht befremden.“

Man sieht aus diesen Versuchen, daß

1. die Abnahme an gelösten Mineralstoffen bei lebhafter Vegetation in der wärmeren Jahreszeit und auf einem mageren Boden eine größere ist, als in der kälteren Jahreszeit, bei schwächerem Wachstum und auf reicheren Bodenarten; ja daß bei ganz ruhender Vegetation sogar eine Zunahme an löslichen Mineralstoffen statthaben kann;
2. die nicht absorptionsfähige Salpetersäure bei vorhandener Kreszenz eine fast ebenso starke Abnahme im Rieselwasser erfährt, als die absorptionsfähigen Bestandteile: Kali, Ammoniak und Phosphorsäure. Würde nur oder vorwiegend die Bodenabsorption für die Abnahme an gelösten Mineralstoffen maßgebend sein, so könnte dieselbe in der kälteren und wärmeren Jahreszeit nicht so verschieden sein, zumal die Wärme die Absorption bei dem hier in Betracht kommenden nur in geringem Grade unterstützt, und wäre nicht zu erklären, daß die Salpetersäure bei vorhandener Kreszenz eine fast ebenso starke Abnahme erleidet, als Kali, Ammoniak und Phosphorsäure.

Man muß demnach schließen, daß die gelösten Mineralstoffe weniger durch die Absorptionskraft des Bodens festgehalten werden, als dadurch aus dem Rieselwasser verschwinden, daß sie direkt von den Pflanzen und um so stärker aufgenommen werden, je größer das Bedürfnis derselben an Mineralstoffen ist.

Nur für Kali, Ammoniak und Phosphorsäure kann man nach sonstigen hiesigen Versuchen eine schwache Absorption durch den Boden annehmen, da sie in einem Rieselwasser in sehr geringer Menge auch abzunehmen pflegen, wenn, wie im Winter, kein Pflanzenwachstum vorhanden ist und weil sie im Drainwasser in geringerer Menge auftreten, wie im oberirdisch abfließenden Wasser; jedoch ist diese Absorption durch den Boden im Verhältnis zu den direkt von den Pflanzen aufgenommenen Mengen nur gering und kann selbstverständlich bei einem reinen Sandboden, der durchweg zur Berieselung benutzt wird, wegen seines geringen Gehaltes an absorbierenden Stoffen, wie Humus, Zeolithen und Sesquioxiden, kaum in Betracht kommen.

Es ist hiernach einleuchtend, daß, wenn die Spüljauche in solcher Menge aufgeleitet wird, daß der Boden dieselbe nicht voll verarbeiten kann, oder mit anderen Worten, wenn die Menge der zu reinigenden Spüljauche im Verhältnis zum Boden zu groß ist, eine Verschlechterung des Grundwassers in der Nähe eintreten muß, und daß die Berieselung, so schön und richtig sie an sich im Prinzip ist, unter Umständen einer Translokation des Übels gleichkommen kann.

Mit den erhöhten Mengen Stickstoff (sei er organisch gebunden, oder in Form von Ammoniak, oder von salpetriger oder Salpetersäure vorhanden) müssen auch selbstverständlich alle diejenigen Salze, welche wie Chloride und schwefelsaure Salze in der Spüljauche in einem Übermaß dem Boden und den Pflanzen dargeboten werden, mit der Zeit in das Grundwasser übergehen, so daß sich in der Nähe der Rieselfelder derselbe Prozess zur Verunreinigung des Grund- und benachbarten Brunnen- resp. Flusswassers vollzieht, wie wir dieses für den Boden und das Grundwasser in den Städten gesehen haben. Dort, wo das Grundwasser in große Flüsse

oder direkt in das Meer eintreten kann, wird dieser Umstand wiederum nicht ins Gewicht fallen, dort aber, wo derartig günstige Verhältnisse nicht vorhanden sind, können Zustände geschaffen werden, welche der Berieselung hindernd im Wege stehen und sie für benachbarte Ortschaften unerträglich machen.“

Hierin ist gleichzeitig der Nachteil charakterisiert, welchen die Rieselfeldanlagen besitzen können.

Die Reinigung durch Berieselung hat im übrigen den Vorzug gegenüber allen anderen Verfahren, daß sie bei günstigen Bodenverhältnissen die geringsten Betriebskosten verursacht.

An Stelle der offenen Gräben wendet Gerson eiserne Rohrleitungen an, indem er diesen, welche mit beweglichen Gelenken versehen sind, große Vorteile gegenüber den offenen Gräben zuschreibt. Zweifellos ist diese Einrichtung jedoch kostspieliger.

Ähnlich der anhaltenden Berieselung, jedoch günstiger, wirkt die Filtration durch Erde, welche zuerst von Dr. Frankland in Vorschlag gebracht worden ist. Er stellte fest, daß die im Boden verteilte Spüljauche nach Schluß der Berieselung schnell durch die im Boden befindliche bzw. zutretende Luft oxidiert und dadurch gereinigt werde.

Es genügt zur Reinigung von Kanalwasser, dasselbe durch eine aus Sand bestehende Schicht, oder aus Sand mit Kreide oder Torf gemischte Schicht von 4,6 m Höhe mit Unterbrechung in kurzen Zwischenräumen hindurchsickern zu lassen. Erforderlich ist es, den Boden auf eine Tiefe von 2 m gut zu drainieren. Der Düngerwert geht dabei verloren, doch soll nur $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ derjenigen Fläche erforderlich sein, welche zur Berieselung nötig ist. Baily-Denton rechnet 1 ha auf 2070 Einwohner.

Zu gleichem Zwecke eignen sich Sandfilter, ganz ebenso gebaut, wie sie zur Reinigung von Trinkwasser üblich sind.

Man hat hierbei gefunden, daß Sandkörnchen von $\frac{1}{3}$ mm Durchmesser Wasserfäden von $\frac{1}{20}$ mm durchlassen und daß der auf der obersten ganz aus feinen Sandkörnchen von $\frac{1}{3}$ bis 1 mm Durchmesser bestehende Schicht sich ablagernde Schlamm die Wirkung erhöht, doch muß von Zeit zu Zeit diese Oberschicht durch Abkratzen entfernt werden.

Die Einrichtung solcher Filteranlagen für Reinigung von Abwässern besteht aus großen Teichen, deren Sohlen mit Drainröhrenkanälen durchzogen werden, welche in einen mittleren Sammelkanal münden. Als Filtermaterial dient Kies und Sand. Zuerst kommt eine Lage grober Stücke von 60 mm Größe, dann je eine feinere von 45 mm, 30 mm, 15 mm, 7,5 mm, 4 mm, 2 mm und 1 mm Größe. Jede Schicht wird 10 bis 15 cm hoch genommen und die ganze Filterhöhe muß mindestens 1,5 m betragen.

Ein Quadratmeter solcher Filterfläche reinigt bis zu 3,5 cbm Spüljauche.

Die Verunreinigung dringt nicht tiefer, als 50 mm ein. Diese obere Schicht muß von Zeit zu Zeit erneuert werden und daher für diese Zeit ein Ersatzfilter vorhanden sein.

Als wirksameres Mittel zur Filtration empfiehlt Dr. Petri an Stelle des Sandes Torf.

Es läßt sich bei der bekannten Eigenschaft des Torfes, desinfizierend zu wirken, wohl annehmen, daß der Ersatz

günstig sein muß. Außer kleineren Versuchen ist aber dieses Verfahren nicht zur Anwendung gelangt.

Der Grundgedanke des Petri'schen Verfahrens ist, kurz zusammen gefasst, folgender:

1. Vorläufige Reinigung des Wassers durch ein Torffilter;
2. chemische Reinigung durch Zusatz von Kalk- bzw. schwefelsaurer Thonerde;
3. Reinigung in einem Klärteiche, oder besser in einem Ruheteiche, durch Hervorrufung der Bildung chlorophyllhaltiger Algen;
4. Reinigung des Wassers durch Aussondern dieser Vegetation, sowie der chemisch niedergeschlagenen Stoffe durch ein zweites Torffilter;
5. Nachreinigung durch ein Quarz- bzw. Koaksfilter.

Als das Wesen der Sache, den Grundgedanken in diesem seinen Verfahren, gegenüber den sonstigen Methoden, bezeichnet der Erfinder die von ihm vorgenommene Arbeitsteilung: Während andere das Wasser mit „einem Schlage“ rein bekommen wollen, wird hier der Kanaljauche zunächst alles das entzogen, was technisch und ökonomisch als Düngematerial verwendbar ist, der ökonomisch unwesentliche, aber sanitär noch erheblich nachteilige Restbestand, der im ersten Filter nicht zu entfernen ist, wird mit außerordentlich viel geringeren Mitteln als früher im Staubassin gebunden und im zweiten Filter beseitigt.

Gerson in Hamburg benutzt zur Reinigung von Schmutzwasser doppelte aus Eisen konstruierte Filter.

Die Filterstoffe der Vorfilter bestehen aus Schwämmen, die durch Tränkung mit unlöslichen Eisensalzen in ihrer organischen Eigenschaft so sehr beschränkt sind, daß sie dadurch die Putridität verloren haben, nicht aber ihre Elastizität und Porosität, wodurch sie zur Filtration sehr geeignet sind, sowie aus eisen-imprägniertem Bimsstein, der durch diese Behandlungsweise von sämtlichen im Wasser löslichen Bestandteilen befreit ist, gleichfalls desinfizierend wirkt und in gröberen und feineren Stücken schichtweise geordnet, durch seine Porosität und die Rauheit seiner Fläche ein mehr oder minder dichtes Filternetz bildet, welches das durchströmende Wasser von seinen schwebenden Beimengungen befreit.

An diese Vorfiltration, die eine große Menge Wasser rasch vorreingt, reiht sich die Nachfiltration, die in doppelter Weise ausgeführt werden kann.

Erstens unter schwachem Druck, in ähnlicher Weise wie die Sandfiltration.

Zweitens unter Hochdruck, diese bietet ein gleiches Resultat, die Füllung der Filter ist eine ähnliche wie die der Nachfilter unter schwachem Druck, nur sind die Filterstoffe wesentlich fester gepackt.

Die Anlagekosten Gerson'scher Filtereinrichtungen sind erheblich und der tägliche Betrieb erfordert große laufende Unkosten. —

Alle Reinigungsverfahren mittels chemischer Zuschläge beruhen auf dem Grundgedanken, die im Schmutzwasser enthaltenen schwebenden und gelösten organischen Stoffe in unlösliche Verbindungen überzuführen, welche aus dem Wasser niedersinken, das alsdann aus den Reinigungsapparaten geklärt abfließt.

In Deutschland sind die Verfahren von Röckner-Rothe, Müller-Nahnsen und Stammer-Hullwa am besten. Das Röckner-Rothe'sche Reinigungsverfahren ist u. a. in Essen zur Anwendung gelangt.

Die Anforderungen*), welche heute bezüglich der Reinigung der Abwässer gestellt werden, leistet der Röckner-Rothe'sche Apparat in der Weise, daß er keines Filtermaterials bedarf, sondern sich aus den Schlamm Massen des Schmutzwassers seinen Filter selbst bildet, also die Beschaffenheit und Feinheit des Filters in steter Übereinstimmung mit dem zu reinigenden Wasser hält.

Bei dem kombinierten Wasserreinigungs-Verfahren System Röckner-Rothe — nicht bei dem Apparate — hat man im allgemeinen zwei Vorgänge zu unterscheiden, einen chemischen und einen mechanischen Vorgang. Der Apparat als solcher bewirkt nur eine mechanische Reinigung; die chemische ist gleichzeitig hinzugefügt worden, um denselben in allen praktischen Fällen verwerten zu können. Thatsächlich kann jedes Verfahren durch Zusatz chemischer Reagentien bei dessen Einrichtung zur Anwendung kommen; mit anderen Worten: es können die verschiedensten Schmutzwässer, sobald sie den richtigen chemischen Zuschlag erhalten, durch den Röckner-Rothe'schen Apparat in sich gereinigt werden. Dazu ist zu bemerken, daß bei jedem bezüglichen Verfahren mit chemischen Zuschlägen, möge es sonst heißen, wie es wolle, die Hauptrolle der Kalk spielt, während die zum geringeren Teile verwandten Chemikalien je nach der Wasserqualität wechseln; so erhalten beispielsweise in der Wolterschen Brauerei in Braunschweig die Schmutzwässer einen Zusatz von $\frac{2}{3}$ Kalk und $\frac{1}{3}$ Chemikalien. — Nach dem Zusatze dieser Mischung erfolgt eine Ausscheidung der im Schmutzwasser schwebenden und gelösten fäulnisfähigen Zersetzungsprodukte.

Die ursprünglichen oder nach Bedarf vorher mit Chemikalien versetzten Schmutzwässer werden in einen Brunnen geleitet, über welchem der Apparat aufgestellt ist. Derselbe besteht im wesentlichen (Abb. 19) aus einem unten offenen und oben geschlossenen Cylinder, der mit seinem unteren Rande in das Schmutzwasser eintaucht und an dessen oberem Rande ein Überlauf- und Abfallrohr abzweigt, das mit seinem Ausgusse in ein Seitenbassin mündet, aus welchem der Wasserablauf derart geregelt ist, daß zwischen den Wasserständen im Brunnen und im Seitenbassin ein bestimmter Höhenunterschied erhalten bleibt. Auf dem Cylinder ist ferner ein Aufsatzrohr angebracht, von dessen oberem Ende das Saugerohr einer kleinen Luftpumpe abzweigt. — Der Apparat arbeitet nun in der Weise, daß mittels der Luftpumpe zunächst im Cylinder eine Luftverdünnung erzeugt wird; dieser entsprechend wird durch den Druck der äußeren Atmosphäre allmählich ein Ansteigen des Schmutzwassers im Cylinder stattfinden, bis die Höhe des Überlaufrohres erreicht ist. Von diesem Momente ab strömt das Wasser in das Seitenbassin über und der Apparat wirkt dann selbstthätig als Heber, lediglich durch den Wasserstands-Unterschied im Schmutzwasserbrunnen und dem seitlichen Reinwasserbassin, aus dem sodann das gereinigte Wasser abfließt. Die Luftpumpe hat weiter keinen anderen Zweck, als im Cylinder, so-

*) Arnold, Das Röckner-Rothe'sche Verfahren.

bald der Apparat in Thätigkeit getreten ist, die Luftleere gleichmäßig zu erhalten, weshalb für einen gleichmäßigen Betrieb noch die Vorsorge getroffen ist, daß durch einen Hahn der Luftabzug reguliert werden kann. Nach der Höhe der Wassersäule des Atmosphärendruckes von 10,3 m erhält der Cylinder 7 bis 8 m und das oben geschlossene Ende des Aufsatzrohres etwa 11 m Höhe über dem Spiegel im Schmutzwasserbrunnen, so daß selbst für eine vollständige Luftleere die oben angeordnete Mündung des Saugerohres der Luftpumpe niemals von dem aufsteigenden Schmutzwasser erreicht wird, was für den Betrieb und die Unterhaltung der kleinen Luftpumpe von Wichtigkeit ist.

Bei dem langsamen Aufsteigen findet ein allmähliches Absetzen und Niedersinken der spezifisch schwereren Verunreinigungen und der durch Zusatz von Chemikalien bewirkten Ausscheidungen statt, so daß sowohl im Brunnen als auch im unteren Teile des Cylinders Schlamm-schichten sich ansammeln, die für alle nachfolgenden aufströmenden Wassermassen einen Filter bilden, der sich fortwährend selbst erneuert, während sich die kompakteren Schlamm-massen auf dem Boden des Brunnens niederschlagen.

Die im Aufsatzrohr sich sammelnden übelriechenden Gase werden durch die Luftpumpe beständig mit abgesogen und durch Einleitung in einen Schornstein oder Feuerung unschädlich gemacht, was nächst der Reinigung des Wassers von ausschlaggebender hygienischer Bedeutung ist.

Das Schmutzwasser wird dem 4—5 m tiefen Brunnen nicht direkt durch den Zulaufkanal, sondern aus diesem durch ein in die Mitte des Brunnens bis nahe über den Boden hinabgeführtes Einlaufrohr zugeleitet und dadurch gezwungen, bereits im Brunnen von unten auf den Aufsteigeprozess zu beginnen. Um das Einlaufrohr ist unten ein trichterförmiger Stromverteiler im ganzen Brunnenquerschnitt angebracht, indem unter etwa 30 Grad Lattenstäbe herumgelegt und durch Holztäfelchen jalousieartig verbunden sind, so daß das aus dem Rohre unten austretende Wasser durch die vielen Jalousiespalten durchziehen muß und seine Bewegung im Cylinder auf dessen ganze Höhe gewährleistet ist. Beim Absetzen und Niedersinken des Schlammes fällt derselbe zunächst auf den Jalousietrichter. Wenn die auf den Trichter niedergeschlagenen Schlamm-massen zu mächtig werden, rutschen sie durch ihr eigenes Gewicht von den schrägen Flächen ab und gelangen in eine Vertiefung der Brunnensohle, von wo sie durch ein aufgestelltes Baggerwerk oder eine entsprechende Schlamm-pumpe in konsistenter Form gehoben und in ein kleines drainiertes Bassin geleitet werden, aus dem das noch anhaftende Schmutzwasser in den Brunnen zurücksickert, während der stichbar gewordene Schlamm nach Bedarf und Verwendung leicht beseitigt werden kann.

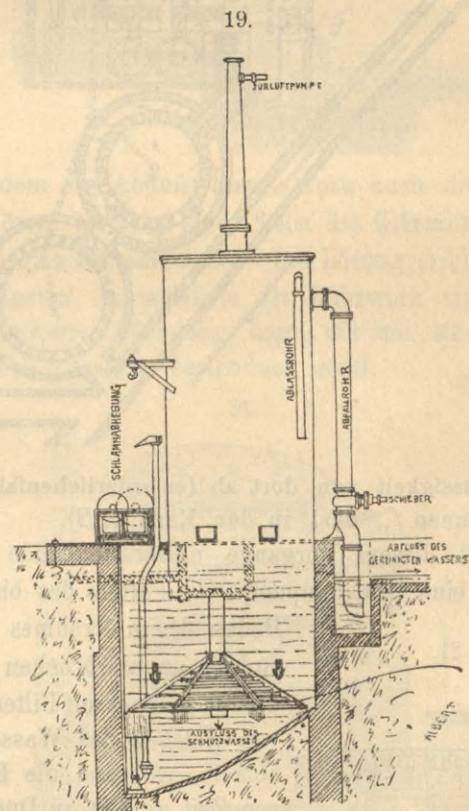
Zur zeitweiligen Entfernung der auf der Wasseroberfläche im Cylinder schwimmenden fettigen Bestandteile ist in Höhe der im Cylinder befindlichen Überlaufkonstruktion noch ein besonderes Abflusrohr mit Hahnverschluss angebracht.

Um noch über die Dimensionen der ausgeführten Luftpumpen Aufschluß zu geben, sei bemerkt, daß dieselben nach der garantierten Leistung des Apparates beispielsweise betragen:

bei 150 cbm in 24 St.	80 mm Kolbendurchmesser mit	200 mm Hubhöhe,
„ 1800 „ „ 24 „ 150 „	Kolbendurchmesser mit	230 mm Hubhöhe,
„ 4500 „ „ 24 „ 230 „	Kolbendurchmesser mit	300 mm Hubhöhe,

wobei dieselben bei gleichmäßigem Betriebe nur 45—50 Hübe in der Minute machen.“

Der Röckner-Rothe'sche Apparat soll vermöge seiner Einrichtung langsames Aufsteigen des Schmutzwassers bewirken, wodurch die schwereren schwebenden Stoffe zum Niedersinken veranlaßt werden sollen. Bei kleinen Betrieben, also Klärungsanlagen in kleinen Städten, wird sich derselbe Grundgedanke auf einfachere Weise dadurch herbeiführen lassen, daß man den Steigeturm fortfallen läßt und allein die Brunnen beibehalten werden, denen bei günstigen



Bodenverhältnissen eine große Tiefe gegeben werden kann. Bei ungünstigen Verhältnissen wird dasselbe durch Anordnung mehrerer Brunnen hintereinander erreicht. Diese Einrichtung bedarf keines teuren Apparates und, was wichtiger ist, keiner ständigen Wartung.

Dortmund hat seine Kläranlage nach diesem Gesichtspunkte eingerichtet, indem dort an Stelle des Röckner-Rothe'schen Steigeturmes Klärbrunnen getreten sind, nachdem mit dem Steigeturm umfassende Versuche gemacht waren.

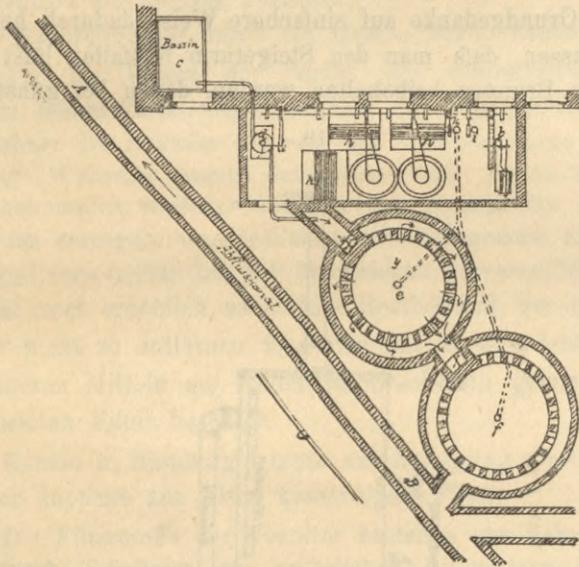
Braunschweig legt jetzt Rieselfelder an, nachdem ein Versuch mit dem Röckner-Rothe'schen Verfahren gemacht worden ist.

Müller-Nahsen setzen den Abfluswässern lösliche Kieselsäure, Aluminium und Kalkmilch oder Thomasschlacke zu. Für Hoffmann's Stärkefabriken hatte man das folgende Projekt nach diesem Verfahren aufgestellt (Abb. 20).

Die Abfluswässer laufen in dem Bassin *c* zusammen und werden aus demselben mittelst der Zentrifugalpumpe *d*

in den Kanal nach dem Klärbrunnen *e, f, e* geschoben. In diesen pumpt die Chemikalienpumpe *i* aus den Chemikalien-Rührwerken *g* das Klärmittel zu; beide mischen sich im Weiterlaufen mit einander und gelangen so in den Brunnen *e*. Dieser, im Querschnitt etwa wie Abb. 21 aussehend, besteht aus dem Zulaufschachte *x* und dem Klärraum *y*. In diesem findet eine langsame aufsteigende Bewegung der zu reinigenden Flüssigkeit statt. Am oberen Rande sind ringsum Ablauföffnungen angebracht, um eine Gleichmäßigkeit der aufsteigenden Bewegung im ganzen Querschnitt zu erzielen und ein rings um den Brunnen gelegener Kanal leitet die

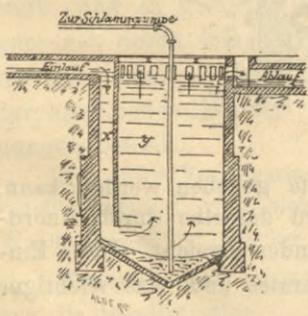
20.



geklärte Flüssigkeit von dort ab (erforderlichenfalls in den zweiten Brunnen *f*, sonst in den Kanal *AB*).

Der bei diesem Vorgange niederschlagende Schlamm wird durch eine Schlammpumpe (*k*) mittels des bis auf den Boden des Klärraumes geführten Rohres ununterbrochen herausgepumpt, gelangt auf Filterpressen *h*, von welchen das Wasser geklärt abläuft, während die Rückstände von Zeit zu Zeit zu Düngzwecken abgefahren werden müssen. Die Gesamtkosten der Anlage würden etwa 10000 Mark für eine Stadt von 15000 Einwohner betragen.

21.



Die Absaugung des Schlammes aus den Klärbrunnen erfolgt in Dortmund durch luftleer gepumpte Saugekessel mittels eines 15 cm weiten in den Brunnen reichenden Saugerohres, je nach Bedarf. Aus den Sauggefäßen fließt der Schlamm auf die Trockenplätze, diese sind durch kleine Dämme in Abteilungen getrennt, gut drainiert und zum Schutze gegen Regen überdacht.

Die Anlage in Dortmund mit 81000 Einwohnern hat 90000 Mk. gekostet. Wiesbaden hat zur Reinigung seiner Abfluswässer eine Kläranlage geschaffen, welche auf ähnlichem Gedanken beruht, sich indessen dadurch von Dortmund unterscheidet, daß hinter den Klärbrunnen Klärbecken angelegt sind, in welchen sich die Abwässer noch einmal absetzen. Die Sohle dieser je 10 m breiten, 30 m langen

und 2,5 m tiefen Becken steigt nach hinten 0,5 m an. Die Durchflusgeschwindigkeit darin beträgt 6 mm. Aus jedem Becken tritt das gereinigte Wasser über Überfälle in einen Ableitungskanal in den Mühlbach, welcher die Kraft zum Betriebe der Kläranlage mittels eines ober-schläglichen Wasserrades abgiebt. Als Klärungsmittel wird Kalkmilch verwendet und man hat gefunden, daß die Wirkung derselben ebenso gut war, als die der schwefelsauren Thonerde.

Die Kosten der chemischen Zuschläge zwecks Fällung der schwebenden Stoffe sind nicht unbeträchtlich und betragen pro 100 cbm 1 Mk., wozu noch für Kalk 0,25 Mk. hinzukommt.

Alle mit solchen Zuschlägen arbeitenden Klärungsanlagen besitzen den Mangel, daß der sich ablagernde Schlamm sehr zähe ist und schwer entfernt werden kann, deswegen müssen alle Anlagen mit ausreichenden Reserven versehen sein, um Einzelheiten der Anlage jederzeit gründlich reinigen und ausbessern zu können.

Stammer-Hulwa verlangen keine besonderen Einrichtungen, sondern nur Klärteiche, in welchen sie vor Einfluß der Abfluswässer diesen ein Salzgemisch aus Eisen-Thonerde und Magnesia-Präparaten, dessen Zusammensetzung je nach dem Abwasser verschieden ist und welchem sie Kalk und besonders präparierte Zellfaser beimischen.

Frankfurt a. Main hat eine solche Klärbecken-Anlage ähnlicher Art.

Das Abwasser*) gelangt in zwei eisernen Dükern von 75 cm nach dem linken Ufer des Main, wo es in einem Bassin mit dem Sammler von Sachsenhausen zusammentrifft; hier liegen die Anlagen, welche für beide Netze gesondert bei starken Regengüssen das Abfließen in einen Notauslaß zum Main ermöglichen. Zur Oberflächen-Reinigung läßt man die Wässer durch ein Hängeblech und dann durch zwei schräg gestellte Siebe fließen, sodann erhalten sie einen Zusatz von Kalkmilch und schwefelsaurer Thonerde, welche sehr bald einen flockigen Niederschlag erzeugt; dieser zieht beim Niedersinken den größten Teil der im Wasser schwebenden ungelösten feinen Beimengungen mit sich nieder.

Der entstehende Schlamm ist ziemlich wertlos, da die Klärungsmittel weder den organischen Stickstoff noch das Kali in erheblichem Maße ausscheiden; er soll in England mit 10 Pfg. für 100 kg bezahlt werden. Das landwirtschaftlich wertvollste ist das abgeklärte Wasser, und die Lösung der Frage der besten Verwendung der Oberwässer ist daher vielleicht in einer Verbindung der Berieselung mit vorhergehender Klärung zu suchen.

Die Abwässer treten mit dem Zusatze am oberen Ende des unterirdisch angelegten überwölbten Klärbeckens in einen Quergang, an welchen zunächst vier, später sechs, im fertigen Ausbau sogar 12 Klärbecken, in Form von 86 m langen — durch bis zum Wasserstande voll ausgemauerte Pfeilerstellungen — mit Gurtbögen für die Gewölbe getrennten Gängen sich anschließen. Jeder Gang hat am oberen Ende einen Abschlußschieber, Sohlengewölbe mit Sammelrinnen und geringes Gefälle zum unteren Ende der ganzen Anlage. Die Höhenlage des Ganzen ist so gewählt, daß eine Hebung der Gewässer in das Becken nicht nötig

*) Bockelberg, Deutsche Bauzeitung 1886.

ist. Infolge dessen liegt eben die Sohle etwas unter dem mittleren Mainwasser, und wenn also auch der grössere Teil des Inhaltes mit natürlichem Gefälle nach dem Main geht, so muß ein gewisser Rest behufs Reinigung ausgepumpt werden. Die Längsgänge sind unter dem Wasserspiegel nicht verbunden, stoßen aber unten gegen Überfallwehre an einen gemeinsamen Abzugsgraben, dessen Sohle über dem mittleren Mainwasser, also über der der Klärgänge liegt. Unter dem Abzugsgraben befindet sich noch der Unterwasser-Kanal, durch den der verbleibende Wasserrest mit samt dem Schlamm aus den einzelnen Gängen nach Öffnung der Verbindungsschieber zur Schlammpumpe geht. Im allgemeinen bewegen sich die Wasser nach Öffnung der oberen Schieber mit 7 mm Geschwindigkeit in einer Sekunde durch die Gänge, und es wird erwartet, daß sie den niedergeschlagenen Schlamm selbst mit nach dem unteren Ende hinwälzen werden. Das Abströmen findet über die dicht unter dem Spiegel liegende Wehrkrone, also in dünner Schicht an der Oberfläche statt. Beim Reinigen eines Ganges wird der Schieber am oberen Ende geschlossen, dann derjenige eines Ablasses dicht über dem Boden des Abzugskanals geöffnet, damit thunlichst viel Wasser mit natürlichem Gefälle abströmen kann. Der verbleibende Rest wird dann durch Schlammumpen auf die Ablagerungsplätze gedrückt. Am oberen Ende der Gänge liegen gebliebener Schlamm muß mit Handarbeit nachgeschoben werden; es liegt hierin ein großes Bedenken, da sich an anderen Orten, wie z. B. in Ottensen, gezeigt hat, daß der durch chemische Klärung gewonnene Schlamm sehr schnell so große Dichtigkeit erreichen kann, daß er durch schnell fließendes Wasser kaum noch bewegt wird. Auf eine Verwertung der Schlamm-lager rechnet man vorläufig nicht, in Frankfurt hofft man jedoch, später zu niedrigen Preisen Abnehmer zu finden.

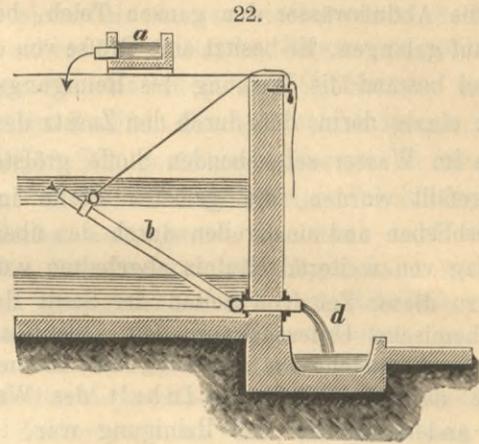
Die Stärkefabrik in Salzuflen war infolge des bereits erwähnten Prozesses mit der Stadt Herford ebenfalls genötigt, ihre Abwässer zu reinigen, und wandte zu diesem Zwecke zunächst nach einer Reihe von Versuchen mit dem Röckner'schen und Müller'schen Verfahren, welche der Kostspieligkeit halber verlassen wurden, das folgende Verfahren an:

Die Abwässer gelangen zuerst in eine Anzahl von gemauerten Klärkästen, welche insgesamt eine Fläche von etwa 750 qm besitzen und 1881 beim Neubau bereits angelegt sind.

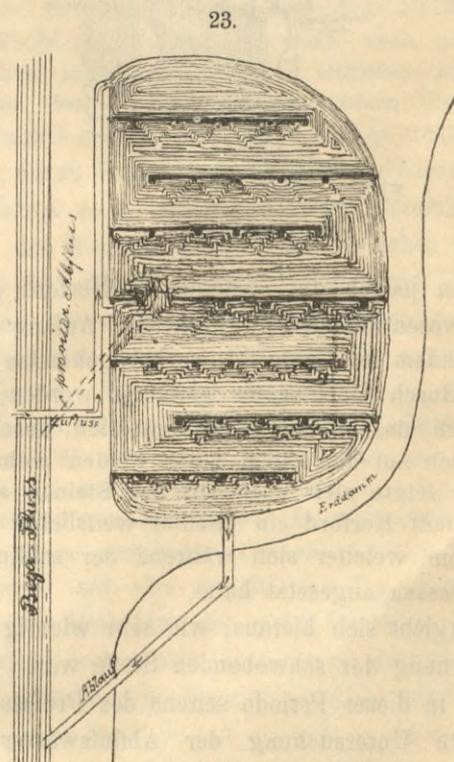
Diese Abwässer enthalten einestheils in Lauge gelöste Kleberteile und unbedeutende Reste von Stärke, andernteils aber — von einem anderen Fabrikations-Vorgange herührend — etwas Salzsäure, Milchsäure u. dergl. Durch Vereinigung dieser verschiedenen Abflusswässer in demselben Kasten wird noch ein Teil der gelösten Stoffe chemisch niedergeschlagen. Dem Wasser wird hinreichend Ruhe gelassen, damit die Schwebestoffe möglichst zu Boden sinken.

In Abb. 22 ist *a* eine auf den Kästen liegende, aus Holz mit gedichteten Fugen hergestellte Verteilungsrinne, welche über jedem Kasten einen Ausgufs hat. *b* ist eine bewegliche Ablauf-Vorrichtung, die den Zweck hat, den Abfluß möglichst gleichmäfsig zu machen. Daneben ist es mittels dieser Vorrichtung ermöglicht, das über dem Niederschlag stehende Wasser zu entfernen, ohne letzteren aufzuwühlen. Der Niederschlag wird zu Düngezwecken verwandt. Das Wasser

läuft nun in der offenen Rinne *d* nach einem tiefer gelegenen Bassin, in welchem sich das Abflusswasser der Pappen- und Sodafabrik hinzugesellt. Ersteres enthält aufer Schmutzteilen aus den Lumpen noch Faserreste. Nach Möglichkeit sind diese jedoch vorher mechanisch ausgesondert, indem das Abflusswasser einen Absatzkasten durchlaufen muß, in welchem sich die schwersten Stoffe absetzen, um zum Teil zu Pappen verwendet zu werden.



Nachdem die Abflusswässer, wozu auch die der Sodafabrik gehören, vereinigt sind, fließt das Klärmittel, aus Kalk und Wasserglas bestehend, zu. Die Lösung erfolgt in einem eisernen Kasten, in welchem als Rührwerk eine Schlange mit durchlöcherter Wandung liegt, die mit einem Körtingschen Strahlapparat in Verbindung steht.



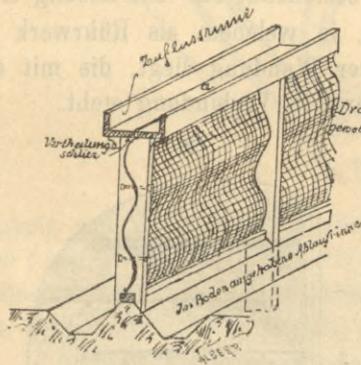
Diese jetzt mit Klär-Zusatz versehene Flüssigkeit wird nun mittels eines Pulsometers in eine Rinne gehoben, welche dieselbe nach einem jenseits des die Fabrik begrenzenden Bahnkörpers und Begaffusses belegenen Grundstückes leitet. Dieses Grundstück war von Natur zur Anlage von Klärteichen besonders geeignet, indem sich dasselbe nach der Mitte hin vertiefte und eine feste Sohle besaß, welche durch die Grasnarbe gebildet wurde, Abb. 23. Dieser Teich ist durch eine Anzahl von Bretterwänden in eine größere

Zahl von Abteilungen zerlegt, welche das Abflufwasser sämtlich passieren mufs. Eine vorhandene mittlere Wand ist so eingerichtet, dafs dieselbe durch eine Schütze ganz geschlossen werden kann und von hier aus führt unter dem anderen Teil des Teiches ein unterirdisches, weites Rohr nach dem Flusse, damit stets wenigstens eine Hälfte desselben in Benutzung bleiben kann, während aus der anderen der niedergeschlagene Schlamm entfernt wird. In der Regel passieren die Abflufwässer den ganzen Teich, bevor sie in den Flufslauf gelangen. Er besitzt eine Gröfse von etwa 24 Ar.

Hierbei bestand die Wirkung des Reinigungs-Verfahren der Fabrik einzig darin, dafs durch den Zusatz des Klärungsmittels die im Wasser schwebenden Stoffe gröfstenteils mechanisch gefällt wurden, die gelösten Stoffe indessen im Wasser verblieben und einstweilen durch den überschüssigen Kalkzuschlag von weiterer Fäulnis abgehalten wurden.

Eine zu dieser Zeit von Seiten der Stadt Herford veranlafte chemische Untersuchung des Ablaufwassers nach Verlassen der Klärteiche fiel ungünstig aus, indem der Sachverständige nachwies, dafs der Inhalt des Wassers jetzt nicht viel anders als vor der Reinigung war, im übrigen, wie es erklärlich ist, eine grofse Menge Kalk enthielt. Trotz-

24.



dem waren jedoch die Zustände in Herford ganz anderer Art und wesentlich besser geworden. Anfang des Sommers 1886, nachdem im Laufe des vorher gehenden Winters das Flufsbett durch Hochwasser gereinigt worden, war bereits der Geruch des Wassers fast gänzlich geschwunden; es bildeten sich auf demselben keine Fladen mehr und dergl., wohl aber zeigte sich noch auf den Steinen am Stauwerke vor der Stadt Herford ein leichter weißlicher Niederschlag, ähnlich dem, welcher sich während der schlimmen Zeit in dichten Massen angesetzt hatte.

Es ergibt sich hieraus, wie sehr wichtig allein schon die Entfernung der schwebenden Stoffe war.

Eine in dieser Periode seitens des Professors Dr. König ausgeführte Untersuchung der Abflufwässer lieferte die Zahlen in untenstehender Tabelle.

Auf Anordnung des Professors König wurden nun zuerst provisorisch in das Ablaufgerinne vom Klärteiche

nach dem Flusse hin eine Anzahl von Dornen, Steinen, Brettern und dergl. eingefügt, wodurch dieses in eine Art von Kaskade umgewandelt wurde, damit das Abflufwasser in dünner Schicht mit der Luft in Berührung käme. Diese Einrichtung fiel jedoch nach Herstellung eines Gerüstes (Abb. 24) wieder fort. Eine aus Holz hergestellte Rinne *a* ist in der Mitte der Länge nach aufgeschlitzt um das fließende Wasser nur in ganz dünner Schicht durch den Schlitz austreten zu lassen. Die Rinne wird durch eine Anzahl in die Erde gegrabener Pfähle getragen, welche in der Mitte wellenförmig aufgeschlitzt sind. In dem Pfahlschlitz wird ein entsprechend gebogenes Drahtgewebe befestigt. Das Ende der Rinne *a* ist geschlossen, so dafs alles zugeführte Wasser durch den feinen Schlitz der Rinne treten und sodann an den Metallgeweben hinab rieseln mufs. Dies ist die ganze, überaus einfache Vorrichtung, welche eine Länge von etwa 10 m, bei einer Höhe von etwa 1,20 m hat. Nach Bedarf kann diese Einrichtung ohne erhebliche Kosten vergrößert werden.

Das Abflufwasser kommt aus dem Klärteiche in die Rinne *a*, nachdem es durch den Zusatz des Klärmittels und die Ruhe im Klärteiche von den Schwebestoffen gröfstenteils befreit ist. Von der Unterseite des Drahtgewebes aus gelangt es in eine ausgehobene Abflufsrinne, welche zum Flusse führt.

Über die Umbildung, die mit dem Wasser beim Hinabrieseln an dem Drahtgewebe vor sich geht, sagt Professor Dr. König in seiner Schrift: „Über die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnisfähigen Schmutzwässern“:

„Die Wirkungen des Rieselns am Drahtnetz sind ganz gleich denen auf einer Wiese (bei Berieselung); nur verhältnismäfsig energischer und vollkommener; man sieht, dafs durch das Herabrieseln von verhältnismäfsig geringer Höhe:

1. die Fäulnis-Produkte, besonders Schwefelwasserstoff, unter Überführung in Schwefelsäure und zum Teil sonstige organische Stoffe oxidiert und aus dem Wasser entfernt werden;

2. das Wasser wieder vollständig mit Sauerstoff gesättigt wird.“

Es kommt also nach allem in erster Linie darauf an, dafs das Schmutzwasser in möglichst dünner Schicht der Luft ausgesetzt wird. In dieser Beziehung liefs der seitens der Fabrik erbaute Apparat zu wünschen übrig. Die ganze Anlage trug der Natur der Sache nach einen vorläufigen Charakter. Jedenfalls war schon jetzt der Erfolg überraschend. Das Wasser der Werre war wesentlich klarer und geruchlos, wengleich der Abflufs die Klärteiche nicht etwa in dem Zustande reinen Quellwassers verläfst.

Infolgedessen verfolgte die Stadt Herford den Prozeß gegen die Stärkefabrik weiter, welche ihrerseits geltend

	Schwebende Stoffe		Stickstoff	Mineralstoffe Glührückstand	Organische Stoffe Glühverlust	Zur Oxidation erforderl. Sauerstoff	Stickstoff	Phosphorsäure	Kalk	Kali	Natron	Schwefelsäure
	Unorganische	Organische										
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg				
Natürliches Abflufwasser	68	229,6	15	1966,0	904,4	147,2	22,5	19,2	294,4	89,5	651,5	134,9
Von den Klärteichen abfließendes Wasser	Spur	Spur	0,0	3339,2	856,4	176,0	18,8	Spur	845,6	102,0	776,5	331,6

machte, daß sie alles gethan haben, was nach dem augenblicklichen Stande der Klärungsverfahren geschehen könnte.

Es ist schwerlich jemals in einem Prozesse eine solche Anzahl von Gutachtern amtlich und außeramtlich thätig gewesen, wenn schon das Gericht nur eine beschränkte Anzahl derselben vernommen und danach das Erkenntnis gefällt hat. Nunmehr hat Herr Professor Kraut in Hannover eine Kritik der seitens der gerichtlich bestellten Gutachter ausgesprochenen Ansichten verfaßt. Nach den ersten richterlichen Erkenntnisse war der Stärkefabrik eine Strafe von 25 Mk. für den Tag angedroht, sofern sie fortführe „nach einer vom 18. Dezember 1885 ablaufenden Frist von zwei Wochen weiter noch verunreinigte Abwässer so zu leiten, daß die verunreinigenden Stoffe oder Wasser neben den klägerischen, zu Herford an der Werre belegenen, in der Klage bezeichneten Grundstücken vorbeifließen.“

Die Stadt Herford hatte unterdessen eine ständige Beobachtung der Abflüsse von der Stärkefabrik eingerichtet. Die damit beauftragten Leute stellten bald darauf fest, daß an einigen Tagen gegen 4 Uhr morgens ungereinigte Abwässer in den Fluß abgelassen seien. Auf Grund dieser Aussage wurde seitens der Stadt Herford eine Bestrafung der Fabrik beim Gerichte für viermalige Verunreinigung des Werreflusses beantragt.

Die Fabrik machte dagegen durch ihren Vertreter beim Gerichte geltend, „Sie habe schon vor dem 7. Mai 1888 Klärvorrichtungen und Wiesen-Berieselungen eingerichtet, auch nur unter Benutzung dieser Einrichtungen die Abwässer in die Werre gelangen lassen. Dadurch seien zwar die Abwässer nicht absolut rein in diesen Fluß gekommen, jedenfalls aber so rein, daß daraus der Klägerin keinerlei Belästigung habe erwachsen können. Vollständigere Reinigung der Abwässer lasse sich nicht erzielen, namentlich sei unvermeidlich, daß Stoffe aus den zur Klärung der Abwässer verwendeten Chemikalien darin zurückblieben u. s. w.; sie sei sonach überhaupt nicht in der Lage, reines Wasser in den Fluß gelangen zu lassen. Der gegnerische Anwalt hielt diese Bemerkung sofort fest und beantragte die Bestrafung der Fabrik für einen Zeitraum von 345 Tagen mit 8525 Mk. Das Gericht faßte die obige Bemerkung als Schuld-Anerkennung auf, stimmte dem Antrage der Klägerin im wesentlichen bei und verurteilte die Fabrik für 276 verschiedene Fälle zu einer Geldstrafe von 6900 Mk. und in die Kosten des Verfahrens.“

Interessant sind einige Sätze aus der Begründung dieses Erkenntnisses. Unter anderen: „Da nun nach eigenen Angaben der Beklagten die Abwässerung nicht anders als durch Immission in die Werre (mittels der Bäche Salze und Bega) entfernt werden können, so ist nicht zu bezweifeln, daß alltäglich, von einigen Ausnahmen abgesehen, die Abwässer der Fabrik während des fraglichen Zeitraums in die Werre und von dort an den Grundstücken der Kläger vorbeigelassen sind u. s. w.“ Nun ist zwar weiter erwiesen, daß Beklagte schon vor dem 7. Mai 1886 die von ihr bezeichneten Kläranlagen eingerichtet und regelmäßig benutzt hat. Aber muß schon Beklagte selbst zugeben, daß die Abwässer durch dieselben nicht völlig gereinigt werden können, daß insbesondere Stoffe aus den zur Klärung verwendeten Materialien, namentlich aus Kalk, in die Abwässer

gelangen, so ist durch die eidlichen Gutachten der vernommenen Sachverständigen: Prof. Dr. König, Apotheker Poppe und Gewerberat Raether vollständig dargethan, daß die Reinigung eine für die Adjazenten des Werreflusses durchaus ungenügende ist. Berücksichtigt man den notorisch großartigen Umfang der beklagten Fabrik bezw. Fabrikation, so kann es keinem Bedenken unterliegen, daß die Menge der Abwässer, wie im Prof. König'schen Gutachten nach den sicherlich eher zu niedrig als zu hoch gegriffenen Angaben seitens der beklagten Fabrik mitgeteilt ist, täglich mindestens 940 bis 1150 cbm (!) beträgt; und es leidet ferner keinen Zweifel, daß eine solche Menge unreinen und mit Mineralstoffen gesättigten Wassers in dem nicht bedeutenden, zu Zeiten wasserarmen Privatflusse der Werre mehre Meilen weit, gewiß also noch in Herford bei den anliegenden Grundstücken der Kläger, seine nachteilige oder mindestens unangenehme und den Gebrauch des Wassers beeinträchtigende Wirkung äußern mußte.

Wenn die Beklagte behauptet, daß auch noch andere Anlagen dritter Adjazenten, namentlich eine oberhalb Salzuflen belegene Zuckerfabrik zu der Verunreinigung der Werre mitwirken, so ändert das an der Sache nichts.“

Das Gericht hatte, wie aus dem Erkenntnisse hervorgeht, nunmehr eine wesentliche Verschärfung seiner bisherigen Auffassung über den Zustand, in welchen die Abflusswässer in den Fluß gelangen dürften, vorgenommen. War in der Strafanordnung verboten „weiter noch verunreinigende Abwässer“ in den Werrefluß zu leiten, so war jetzt das Verlangen aufgestellt, wenn auch nicht wörtlich ausgesprochen, nur reines Wasser abfließen zu lassen.

Es war den gerichtlichen Gutachtern die Frage vorgelegt: „Funktionierten seit ihrer Anlage und auch jetzt, wie eventl. durch Proben festzustellen, die Klärvorrichtungen der Stärkefabrik so vollständig, daß nur derartig gereinigtes Wasser in die Werre kommen kann, welches keinerlei Belästigungen für die Adjazenten zu erzeugen imstande ist, oder sind die Klärvorrichtungen dazu ungenügend?“

Die Gutachter sprachen sich sämtlich ungünstig für die Stärkefabrik aus. Herr Prof. Kraut rügt es, daß die Gutachter den Kernpunkt der Frage, ob Belästigungen der Anwohner durch die aus den Klär-Vorrichtungen abfließenden Wasser erzeugt werden könnten, bezw. erzeugt seien, völlig unberücksichtigt gelassen hätten. Er unterzieht die von den Sachverständigen erstatteten Gutachten einer eingehenden Prüfung, weist auf eine Anzahl von Ungenauigkeiten und Fehlern in den Gutachten der beiden Chemiker hin, kritisiert den von dem technischen Gutachter, Gewerberat Raether gemachten Abänderungs-Vorschlag, eine aus Dornen dargestellte doppelte Gradierwand, 30 m lang, 11 m, hoch 10,5 m breit zum Preise von 8000 Mk. zu errichten und über diese die geklärten Abwässer fließen zu lassen und gelangt dann zu den Schlußfolgerungen, welche die beiden ersteren Gutachter aus ihren Analysen gezogen haben.

Herr Poppe sagt: „Die so, d. h. mit überschüssigem Kalk behandelten Abwässer, in die Flußläufe gelangt, verwandeln auf Kosten des im Flußwasser gelösten doppelkohlensauren Kalkes und der freien Kohlensäure des Wassers den in ihnen enthaltenen Ätzkalk in Kalkkarbonat, werden dadurch Ursache der Verschlämmung des Flußlaufs und

entziehen den Fischen die nötigen Kalksalze des Wassers, wenn sie nicht gar beim Einflusse durch den noch unveränderten Ätzkalk der Fischzucht direkt schaden.“ Und ferner: „Nach Verlust des Ätzkalks und nach der im Flusse eingetretenen starken Verdünnung bieten die Abwässer den geeigneten Boden für Spaltpilze (*Beggiatoa alba*) und alle möglichen Fäulnis-Bakterien und können alsdann dieselben Fäulnis-Erscheinungen Pilz- und Schlamm-Bildung in der langsam fließenden Werre hervorrufen, wie früher, und dadurch eine Belästigung der Adjazenten erzeugen.“

Herr Prof. König kommt zu folgendem Schlusse: „In Rücksicht aller dieser Erwägungen, also einerseits in Rücksicht darauf, daß sowohl das chemisch, wie das durch Berieselung gereinigte Abwasser noch erhebliche Mengen organischer Substanzen in sich schließt, andererseits in Rücksicht darauf, daß sich in dem Schlamm der Werre nach Aufnahme dieser Abwässer *Beggiatoa alba*, bezw. ein nahe verwandter Spaltpilz findet, welcher auf eine außerordentliche Verunreinigung hinweist, kann ich die mir vorgelegte Frage nur verneinen, d. h. ich muß also meine Ansicht dahin äußern, daß die betreffenden Klärvorrichtungen in ihrer jetzigen Einrichtung ungenügend sind, so sehr auch anerkannt werden muß, daß sich die Fabrik anscheinend alle Mühe giebt, die Übelstände zu beseitigen.“

Diese Schlusfolgerungen werden von Prof. Kraut auf ihren Wert geprüft und als größtenteils unhaltbar zurückgewiesen. Er weist entgegen Poppe's Ansicht nach, „daß keine Abscheidung von kohlensaurem Kalk, also auch keine Verschlammung des Flußbettes stattfindet, da das Werrewasser eine genügende Menge freier Kohlensäure enthält, um die wenigen Milligramm Kalk als zweifach kohlensauren Kalk zu lösen.“ Er fährt fort: „Ein von mir aus diesem Anlaß untersuchtes Wasser von St. Blasien im Schwarzwalde enthält im Liter nicht weniger als drei Milligramm Kalk und ernährt, wie ich in den Gutachten aus eigener Erfahrung mitteilen kann, ganz köstliche Forellen.“

Bezüglich der König'schen Folgerung aus seinem Gutachten bemerkt Prof. Kraut: „Das also ist bei König das Endergebnis von 19 quantitativen chemischen Analysen: Die Erfahrung, daß mit Kalk und Wasserglas gereinigtes Abwasser einer Stärkefabrik noch erhebliche Mengen von organischen Substanzen enthält! Selbst diese Erfahrung verdankt er nicht seinen Analysen, denn auf die darin enthaltenen Zahlen darf „aus besagten Gründen kein zu großes Gewicht gelegt werden“. Aber „aus anderweitigen Erfahrungen“ weiß König, „daß durch die chemische Reinigung derartiger Schmutzwässer durchweg keine vollständige und genügende Reinigung erzielt wird“. Gewiß nicht! „Wäre ein Abwasser vollständig rein, so hört es selbstverständlich damit auf, Abwasser zu sein und keine Fabrik würde so thöricht sein, es abfließen zu lassen.“

Gegen das erwähnte Erkenntnis des Landgerichts Bielefeld legte die Fabrik beim Oberlandes-Gerichte Hamm Berufung ein. Der Berufung wurde eine von den Herren Professoren Dr. Kraut und Geh. Reg.-Rat Launhardt verfaßte Kritik beigefügt, welche die Unrichtigkeit der seitens der gerichtlich bestellten Sachverständigen verfaßten Gutachten und des darauf gestützten Erkenntnisses des Bielefelder Landgerichts darzulegen sucht.

Inzwischen hatte auch das Reichs-Gesundheitsamt eine Untersuchung der Verhältnisse vorgenommen und einen eingehenden Bericht darüber erstattet. Dieses Gutachten lag der Berufungs-Instanz ebenfalls vor. Das Reichs-Gesundheitsamt beantwortet die Frage, ob die Fabrikabwässer Ursache der vorhandenen Verunreinigungen seien, dahin, daß ein Einfluß der Fabrikwässer auf das Werrewasser vorhanden sei, daß dieser indessen durch den Salzgehalt des Salzwassers übertroffen werde. Auch oberhalb der Begamündung in die Werre sei schon Verunreinigung des Wassers vorhanden, namentlich die charakteristischen Fladen vorgefunden, es kann daher die Fabrik nicht allein verantwortlich gemacht werden. Das Reichs-Gesundheitsamt schlägt dann Verbesserungen der Klärvorrichtungen vor, welche darin bestehen sollen, daß die zur Aufnahme der zu klärenden Abwässer dienenden Erdgruben ausgemauert werden und Vorrichtungen getroffen werden sollen, um das Abfließen von Schlamm beim Reinigen der Teiche zu verhindern.

Auf dieses Gutachten nahmen die Professoren Kraut und Launhardt Rücksicht, indem sie am Schlusse ihres Gutachtens folgendes anführen: „Dadurch, daß die Anforderungen, welche das Reichs-Gesundheitsamt am Schlusse seines Gutachtens an die Stärkefabrik stellt, sämtlich erfüllt werden, kann weder die Gesamtmenge der Abwässer noch ihr Gehalt an gelösten Mineralstoffen und organischen Stoffen in anderer Weise verändert werden, als es durch die gegenwärtig angewandte Reinigungsmethode geschieht und geschehen ist, während der Zeit, auf welche sich das Strafurteil des königl. Landgerichts bezieht. Alles, was das Reichs-Gesundheitsamt zu erreichen vermag, ist ein regelrechter, durch obrigkeitliche Aufsicht gesicherter Betrieb der gegenwärtig angewandten Reinigungsmethode. Das königl. Landgericht Bielefeld, indem es erklärt, die Fabrik habe ihre Klärvorrichtungen rechtzeitig eingerichtet und regelmäßig benutzt, trotzdem aber die Fabrik für straffällig erklärt, stellt sich mit seinen Anforderungen in den geraden Gegensatz zu diesen Anforderungen des Reichs-Gesundheitsamts.“

Das Oberlandesgericht in Hamm bestätigte jedoch das Erkenntnis des Landgerichts Bielefeld und ließ das erkannte Strafmaß bestehen. Auch das Reichsgericht hat die eingelegte Berufung verworfen. Herr Prof. Dr. Kraut, dessen Broschüre ich, soweit mir nicht die anderweitigen Gutachten zugänglich waren, die meisten der bisherigen Angaben entnommen habe, weist noch zum Schlusse darauf hin, daß die zu Zeiten hochgradiger Verunreinigung der Werre auf dem Wasser schwimmenden Fladen, die übelriechenden, schwarzgrünen Algenmassen in allen drei Flüssen weit oberhalb der Stärkefabrik massenweise auftreten und ihre Bildung durch die Abflüsse der Stärkefabrik weder hervorgerufen noch befördert sei. Dieses wird besonders noch durch ein eingehendes Gutachten des Prof. Dr. Buchenau in Bremen bestätigt, welcher (wie auch Herr Bauinsp. Graepel in Bremen) zu dem Schlusse gelangt, daß die Versumpfung der Werre allein durch die Stauanlagen der verschiedenen Mühlen an der Werre und kurz vor der Stadt Herford hervorgerufen sei.

Die Stärkefabrik hatte unterdessen die provisorischen Klärvorrichtungen aufgegeben und von dem Kulturtechniker Tönnies in Herford eine endgiltige Anlage erbauen lassen,

wovon ein Grundriß hier beigelegt ist (Abb. 25). Dieselbe besteht aus einer Anzahl von Klärteichen, welche unter einander durch Schleusen in Verbindung gebracht werden können. Diese Klärteiche liegen größtenteils oberhalb des Erdbodens und sind durch aufgeschüttete Erddämme gebildet. Ein auf dem Damme liegendes Holzgerinne, in welchem die Abwässer von der Fabrik hergepumpt werden, vermittelt die Einleitung in die Teiche. Unter der Sohle der Teiche liegt ein Netz von Drainröhren, welche nach einem Entwässerungsgraben ausmündet, der seinerseits zunächst in einen siebenten Teich und dann in den Werrefluß ausmündet. Auf der entgegengesetzten Seite der Teiche liegt eine Zuleitung für die jenseits der Werre belegenen Flößanlagen, welche sowohl mit jedem der Teiche, als auch direkt mit dem Gerinne in Verbindung steht. Die in die Teiche abgelassenen mit den Fällungsmitteln (hauptsächlich Kalkmilch) versehenen Abwässer setzen sich in denselben ab, gelangen

Denn kein System erzielt reines Wasser. Alle bezwecken durch Zuschläge die in den Schmutzwässern enthaltenen organischen gelösten und schwebenden Stoffe auszuschleiden, doch haben alle bisher angewandten Verfahren diesen Zweck nicht voll erreichen können.

Die Zusatzmittel pflegen meist nur die schwebenden Stoffe zu Boden zu reissen und sobald ihre Wirkung, namentlich die des Kalkes abgestumpft ist, gehen die Wässer in Fäulnis über und — was noch schlimmer ist — keines der Zusatzmittel ist kräftig genug, um die mit den Schmutzwässern aus den Wohnungen entfernten Krankheits-Bakterien zu töten, nicht der geringe Gehalt chemischer — organischer oder unorganischer — Stoffe, welche das Wasser enthält, ist schädlich für die Gesundheit, sondern die in diesem Wasser lebenden Mikroorganismen, welche für uns zu schwerer Gefahr für Leben und Gesundheit werden können.

Nach Versuchen des Herrn Dr. Blasius über die Abwässer einer Brauerei enthielt das ungereinigte Abwasser durchschnittlich in 1 cem 2980000, das gereinigte Abwasser durchschnittlich 198, das gereinigte Abwasser, wie es in den vorbeifließenden Bach gelangt, durchschnittlich 89 Keime von Mikroorganismen. Hiernach kann man sagen, daß das Abwasser durch das Röckner-Rothe'sche Reinigungsverfahren 15050 mal, bezw. mit Berücksichtigung der Verdünnung durch das Eismaschinenwasser 33483 mal in bakteriologischer Beziehung besser geworden war.

Aber — die Versuche haben auch ergeben, daß die Bazillen nicht gänzlich getötet werden und im Wasser Nahrung finden, daher trotz der vorhergegangenen Klärung und bei ihrer unendlichen Entwicklungsfähigkeit nach kurzer Frist abermals große Herde bilden.

Die Betriebskosten der Klärung bzw. Reinigung von Abfluswässern aus städtischen Kan-

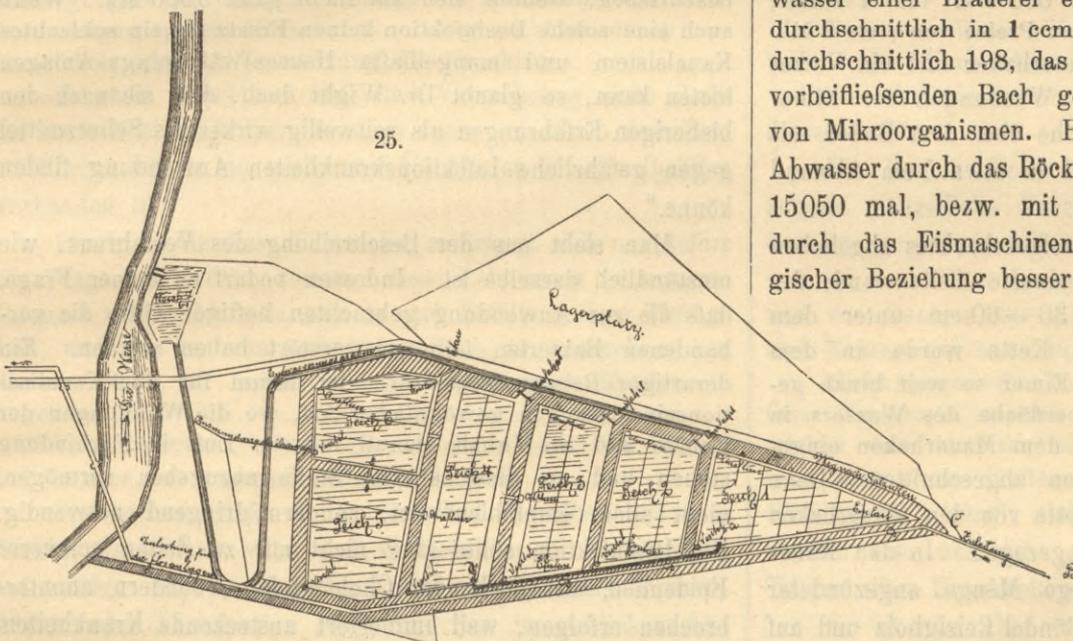
alisationen betragen im allgemeinen etwa 4 Pfennig pro Kubikmeter oder etwa 1 Mk. pro Kopf der Bevölkerung.

In Frankfurt a. M. betragen die Klärungskosten pro Jahr 38 Mk. für 1 cbm täglich zu klärendes Wasser, d. i. 10,6 Pfg. pro Kubikmeter.

Interessant ist der Versuch, welchen die Stadt Detroit in Amerika mit der Desinfektion ihres schlecht angelegten Kanalnetzes gemacht hat. Detroit wurde wiederholt von schweren Diphtheritisepidemien heimgesucht, was mit Recht den schlechten Kanälen zur Last gelegt wurde. Um in diesen die Krankheitskeime zu töten wurde die Desinfektion in folgender Weise vorgenommen.

„Man begann*) die Desinfektion mit Eisenvitriol, indem man in die rd. 5000 in den Straßen befindlichen, mit den Straßenkanälen in Verbindung stehenden Wassereinläufe je etwa 5,5 kg Eisenvitriol warf. Jeder Schule, Polizeistation, Feuerwehr-Kaserne oder sonstigen öffentlichen Anstalt wurde auf Kosten der Stadt ein Faß Eisenvitriol zugesandt. 35 Tonnen Eisenvitriol wurden wagenladungsweise zu etwa 55 Mk. für 1 Tonne gekauft und verwandt. Zugleich wurden

*) Deutsche Bauzeitung 1886.



von dem ersten Teich in den zweiten u. s. w. Der größte Teil der geklärten Flüssigkeit wird durch die Drainröhren im Boden aufgenommen und abgeführt. Der Rest gelangt schliesslich direkt in den Entwässerungsgraben und nächst dem in den letzten Teich und darauf in den Fluß.

Diese Anlage wird jetzt nur noch in beschränktem Umfange benutzt, weil sich allmählich unter den der Stärkefabrik benachbarten Landwirten die Erkenntnis Bahn gebrochen hat, daß sich die Abfluswässer der Fabrik vorzüglich zum Berieseln eignen und großen Erfolg geben. Es werden jetzt im ganzen bereits 120 Morgen berieselt. Die Zuleitungs-Anlagen werden seitens der Fabrik auf eigene Kosten hergestellt, dagegen verpflichtet sich jeder Abnehmer von Rieselwasser, solches auf eine Reihe von 10 Jahren zu übernehmen und vom dritten Jahre ab für einen Morgen 3 Mark Pacht zu zahlen. Der Erfolg der Berieselung ist ganz außerordentlich günstig.

Aus diesem Prozesse ist der Gesichtspunkt interessant und wichtig, daß das Gericht das geklärte und mit Kalküberschufs versehene Abwasser nicht als rein betrachtet, womit — sofern dieser theoretische Standpunkt allgemein hochgehalten wird — alle Klärvorrichtungen verurteilt sind.

Einrichtungen getroffen, daß die Bürger das Eisenvitriol bei einem Großhändler zum Preise von 9 Pfg. für 1 kg kaufen konnten. So viel zu ermitteln war, haben die Bürger während der Sommerzeit rd. 90 Tonnen gebraucht und manche haben seitdem die Desinfektion mit Eisenvitriol beständig fortgesetzt.

Dr. Wight ist der Ansicht, daß es gelungen sei, auf die erwähnte Weise die Kanäle, bzw. deren Inhalt auf mehrere Wochen zu desinfizieren und damit einen gesundheitsgefährlichen Übelstand wesentlich zu mildern, wengleich selbstverständlich durch eine solche Desinfektion eine gute Hauskanalisation nicht ersetzt werden könne.

Um die Kanalluft zu desinfizieren und die an den Innenwandungen der Kanäle befindlichen Pilze zu töten, hielt Dr. Wight ein gasförmiges Desinfektionsmittel für notwendig und setzte zu dem Zwecke eine Ausräucherung der Kanäle mit Schwefel ins Werk. Hierfür wurden beschafft: 3 Tonnen Stangenschwefel zum Preise von 630 Mk. für 1 Tonne, 50 Stück verzinkte eiserne Eimer zum Preise von etwa 3 Mk. für das Stück, 60 Stück eiserne Mauerhaken und ein Vorrat von leichten eisernen Ketten. Die Wandungen der Eimer wurden ringsum in etwa $\frac{2}{3}$ der Höhe über dem Boden mit Löchern von 2 cm Durchmesser und in etwa 5 cm Abstand von einander versehen.

Nachdem der Deckel eines Einsteigeschachtes abgehoben worden war, wurde in die gemauerte Seitenwand des Schachts ein Mauerhaken, etwa 30—60 cm unter dem oberen Rand, eingeschlagen. Die Kette wurde an dem Henkel eines Eimers befestigt, der Eimer so weit hinab gelassen, daß er dicht über der Oberfläche des Wassers in dem Kanal schwebte, die Kette in dem Mauerhaken eingehakt und nahe über dem letzteren abgeschnitten. Dann wurde der Eimer, ohne daß die Kette von den Mauerhaken abgenommen wurde, wieder darauf gezogen. In den Eimer brachte man zunächst eine geringe Menge angezündeter Hobelspäne, auf die letzteren ein Bündel Reisigholz und auf dieses, nachdem es in Brand gekommen, eine kleine Schaufel von Holzkohlen. Alsdann wurde der Eimer mit einem Deckel von Eisenblech zugedeckt, in dessen Mitte ein Stück Ofenrohr von 20 cm unterem und 10 cm oberem Durchmesser befestigt war, infolgedessen die Luft mit starkem Zug durch die in der Wandung des Eimers befindlichen Löcher einströmte und binnen kurzer Zeit den Inhalt des Eimers in lebhaftere Verbrennung brachte.

Sobald die Holzkohle in voller Glut stand, wurde der Deckel abgenommen und rd. 5,5 kg Schwefel auf das Feuer geworfen, dann der Eimer rasch wieder hinab gelassen und der Einsteigeschacht mit seinem Deckel verschlossen. Man begab sich dann unverweilt zu dem nächsten, etwa 120 bis 150 m entfernten Schacht, bei dessen Öffnen sich sofort sowohl Rauch als auch ein starker Schwefelgeruch zeigte. In dieser Weise fuhr man Tag für Tag fort, bis jeder der 500 in der Stadt vorhandenen Einsteigeschächte bedient war, wobei die Eimer stets an dem auf das Einbringen folgenden Tage wieder herausgeholt wurden. Häufig fanden sich nach 24 Stunden noch Reste brennenden Schwefels vor und in keinem einzigen Eimer war das Feuer vorzeitig erloschen, was nur der besonderen auf das Anzünden verwandten Sorgfalt zugeschrieben werden kann. Nachdem die

ganze Arbeit vollendet, war man allgemein so sehr von der Wirksamkeit überzeugt, daß die Schulbehörde beschloß, auch die sämtlichen Schulen mit Schwefel auszuräuchern, zu welchem Zwecke in jeder derselben, je nach ihrer Größe, 14 bis 36 kg Schwefel verbrannt wurden.

Auf diesen reichlichen Gebrauch von Eisenvitriol und Schwefel folgte eine große Verminderung der Diphtheritfälle und ein fast vollständiges Aufhören des Scharlachfiebers.

Das einzelne Beispiel kann jedoch noch nicht beweisen, daß es sich um einen Zusammenhang von Ursache und Wirkung handelte. Aber im Jahre 1885 wurde genau dasselbe Verfahren befolgt, wiederum wurden rd. 27 Tonnen Eisenvitriol und 3 Tonnen Schwefel verwandt, und die Schulbehörde räucherte die Schulen zweimal mit Schwefel aus, worauf ein fast vollständiges Aufhören der Diphtheritis für eine Zeit lang folgte.

Die Kosten einer jeden Desinfektion, wie vorstehend beschrieben, stellten sich auf nicht ganz 5500 Mk. Wenn auch eine solche Desinfektion keinen Ersatz für ein schlechtes Kanalsystem und mangelhafte Hausentwässerungs-Anlagen bieten kann, so glaubt Dr. Wight doch, daß sie nach den bisherigen Erfahrungen als zeitweilig wirksames Schutzmittel gegen gefährliche Infektionskrankheiten Anwendung finden könne.

Man sieht aus der Beschreibung des Verfahrens, wie umständlich dasselbe ist. Indessen bedarf es keiner Frage, daß die zur Anwendung gebrachten heftigen Gifte die vorhandenen Bakterien teilweise zerstört haben werden. Ein derartiges Reinigungsverfahren ist darum für alle Kanalisationseinrichtungen gewöhnlicher Art, wo die Wandungen der Kanäle und ihr Inhalt überall mit der Luft in Verbindung stehen und an diese allerlei Stoffe abzugeben vermögen, nicht allein empfehlenswert, sondern dringend notwendig. Die Desinfektion sollte aber nicht nur zu Zeiten schwerer Epidemien, bei drohender Cholera-Gefahr, sondern ununterbrochen erfolgen, weil immerfort ansteckende Krankheiten, Tuberculosis u. s. w., herrschen, deren Keime enthaltende Abgänge meist ohne Behandlung in die Kanalabwässer getragen und von dort, wie es bezüglich der Tuberkelbacillen erwiesen ist, durch Verdunstung zu schwerer Gefahr für Leben und Gesundheit werden können.

Weder die Klärung der Abwässer mittels chemischer Zuschläge, noch die Filtration oder Berieselung vermag die Lebensthätigkeit der in den Schmutzwässern vorhandenen Mikroorganismen gänzlich zu zerstören. Sobald der überschüssige Kalk aus den sogen. gereinigten Wässern ausfällt, beginnt der Gärungsprozess von neuem und neue Bakterienkolonien entstehen mit erschreckender Geschwindigkeit aus den übrig gebliebenen Keimen.

Nach den Entdeckungen Koch's, Pasteur's und anderer Hygieniker ist es heute als feststehende Thatsache zu betrachten, daß alle Infektionskrankheiten durch Mikroorganismen erzeugt werden.

Es sind dieses kleine, nur mit dem Mikroskop erkennbare Lebewesen, die entweder größere Stäbchenform zeigen und dann Bakterien heißen, oder kleinere Stäbchen besitzen und dann Bacillen genannt werden. Auch solche mit Kugelform (Cocci) und korkzieherartig gewundene Organismen, welche den Namen Spirillen erhalten haben, kommen vor.

Sie finden sich teils zu Ketten aneinander gereiht, teils von einander abgetrennt und entwickeln im Körper ihre verderbliche Wirkung dadurch, daß sie das Blut oder andere Körperteile durch ihre Lebensthätigkeit umwandeln und dadurch Krankheitszustände hervorrufen, welche unter Umständen zum Tode führen.

Am bekanntesten sind die Choleraerreger (der sogen. Kommabacillus) und der Tuberkelbacillus durch die Entdeckungen Koch's geworden. Am ersten wurde der Milzbrandbacillus, weil er der größte ist, entdeckt.

Es steht fest, daß die Infektionskrankheiten, z. B. Tiphus, Cholera, die Tuberkel in ihren vielfältigen Formen durch Übertragung dieser kleinsten Organismen von Mensch zu Mensch direkt oder durch Vermittelung eines Bindegliedes erzeugt werden. Dieses Bindeglied kann durch die Luft (bei Influenza und Tuberculosis), durch das Trinkwasser (bei Tiphus, Cholera) und durch andere Nahrungsmittel u. dergl. gebildet werden. Gelangt ein lebensfähiger Krankheitserreger in den Körper, so erzeugt er hier durch unermesslich schnelle Vermehrung die Krankheit.

Es steht ferner fest, daß diese Vermehrung nicht allein im menschlichen Körper, sondern auch außerhalb desselben stattfindet, sofern ein geeigneter Nährboden für den Bacillus vorhanden ist.

Beachten wir diese Thatsache, so drängt sich uns sofort die Frage auf, woher kommen diese Lebewesen in unseren Körpern und wohin gelangen sie nach Erfüllung ihrer Thätigkeit, und was hat von technischer Seite zu geschehen, um dieser Gefahr für Leben und Gesundheit nach Kräften zu begegnen.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst, wohin die Krankheitserreger aus unserem Körper gelangen.

Wir wissen, daß ein großer Teil derselben mit dem Stuhlgange entfernt wird und so entweder in Abortgruben aufbewahrt und sodann abgefahren oder mittels Tonnen-Abfuhr oder Kanalisation sofort aus den menschlichen Ansiedelungen entfernt wird.

Hat die Krankheit zum Tode geführt, so kommen die Krankheitskeime mit der Leiche zum Friedhofe, um dort mit dieser in die Erde gebettet zu werden.

Andere Krankheitskeime werden durch Ausdunstung, durch Speichelauswurf u. s. w. der Luft, den Wandungen, den Möbeln u. dergl. der Krankenzimmer, der Wohnräume und der Eisenbahnwagen, kurzum aller zum Aufenthalt von Menschen dienenden Gelasse und deren Inhalt mitgeteilt.

Darum sind die Nachteile, welche für den Gesundheitszustand der Bevölkerung aus der Ansammlung menschlicher Exkremente im Erdboden angelegter Gruben entstehen, längst bekannt und gefürchtet, weil nur ein Teil der Exkremente durch Abfuhr dem Acker zugeführt wird, dagegen ein großer Teil in den Untergrund der Ansiedelungen und von dort aus mit dem Grundwasserströme in immer weitere Erdschichten hineingelangt, aus welchen dann wieder das Grundwasser in Brunnen aufgefangen und zum menschlichen Genuß benutzt wird. Pettenkofer wies auf den Zusammenhang zwischen den Schwankungen des Grundwasserstandes und der Verbreitung epidemischer Krankheiten zuerst hin, und schloß daraus, daß ein Infektionsstoff überhaupt nicht nötig sei, um die Krankheit zu erzeugen, was Koch's Ent-

deckungen entgegengesetzt erwiesen haben. In Wirklichkeit werden wahrscheinlich durch das Absinken des Wasserstandes Infektionsherde in dem feuchten Untergrunde frei gelegt und gelangen durch Verdunstung u. s. w. mit dem menschlichen Körper in Berührung. Der seichte Untergrund bildet einen geeigneten Nährboden für die Krankheitserreger. Es war bekannt, daß Tiphusepidemien auf den Genuß schlechten Brunnenwassers zurückzuführen waren und man legte daher die größte Sorgfalt auf die Untersuchung der Brunnenwasser, weil diese als die Ursache der meisten Krankheiten galten.

Die Untersuchung wurde früher nur chemisch bewirkt, mit besonderer Beachtung des Gehaltes an Ammoniak und salpetriger Säure, aus deren Vorhandensein man auf den Zufluß von einer Düngergrube oder anderen Fäulnisherden schloß. Denn geringe Mengen dieser Stoffe im Wasser haben keinen nachteiligen Einfluß auf den menschlichen Organismus.

Erst die Untersuchung mittelst des Mikroskopes, welche das Vorhandensein von Lebewesen nachwies, gab weiteren Aufschluß über die Ursache der Schädlichkeit dieser Zufüsse.

Die Folgen dieser Erkenntnis waren in erster Linie scharfe polizeiliche Vorschriften bezüglich der Dichtigkeit der Düngergruben und deren Entfernung von den Brunnen u. s. w., in zweiter Linie die Erbauung von Wasserleitungen und von Kanälen zur Abfuhr der flüssigen Abfallstoffe und Exkremente aus den Städten.

Nicht gegen die Aufnahme aller Fäulnisprodukte und ihrer Erreger in unseren Körper sind wir empfindlich, diese wirken also durchaus nicht immer schädlich auf denselben ein, denn sonst dürften wir uns den Genuß von Käse und Wildbret und dergl. nicht gestatten. Die Fäulnisprodukte werden also nur dann schädlich sein, wenn sie zugleich Träger einer Krankheit sind.

Es ist nun aber erwiesen, daß in der Nähe von in Fäulnis übergegangenen versumpften Gewässern in der Regel Fieberkrankheiten herrschen, weswegen man wohl auch mit Recht annehmen darf, daß diese Fieber-Bazillen in jenen Gewässern und ihre Keime in den von diesen verbreiteten Dünsten ihre Lebensbedingungen finden; man wird also solche in Fäulnis übergehende bzw. mit Fäulnisprodukten geschwängerte Gewässer als Erzeuger derartiger Krankheiten betrachten und meiden müssen.

Wohl ist bisher ein direkter ursächlicher Zusammenhang zwischen den in den fauligen Wassern sich findenden Bakterien und den Krankheitserregern nicht gefunden worden, doch glaubt man entdeckt zu haben, daß eine große Zahl von Spaltpilzen verschiedene Entwicklungsformen annehmen kann, deren manche große Ähnlichkeit mit den Erregern von Krankheiten besitzen.

Es ist uns bekannt, welche verheerende Wirkung die Sumpffiebererkrankungen haben. Wir wissen, daß dieselben leicht überall eintreten, wo organische Stoffe unter Einwirkung von Wärme und Feuchtigkeit zu verwesem beginnen. Schwerlich sind es die von versumpftem Boden ausgehenden Dünste allein, welche diese Krankheitserscheinungen hervorrufen.

Der mit Feuchtigkeit reichlich versehene, mit organischen Stoffen geschwängerte Boden bildet einen herrlichen Nähr-

boden für die durch den Kanalinhalt ihm zugeführten Krankheitserreger, welche sich bei geeigneter Wärmezufuhr blitzschnell vermehren, um dann ihren mörderischen Zug gegen uns zu beginnen.

Was hier an den Ufern der Flüsse vor sich geht, das ereignet sich von uns unbeachtet fortwährend an allen Ablagerungsplätzen menschlicher Abgangsstoffe. Es bedarf nur des Zusammenwirkens mehrerer ungünstiger Ursachen, um die Zuführung größerer Mengen von Krankheitserregern aus den Kulturen zu den menschlichen Wohnstätten herbeizuführen und verheerende Krankheiten zu erzeugen.

Durch die großartige Entdeckung Koch's ist uns bekannt, wie zäh das Leben vieler Bazillen ist. Der Choleraerregende Bazillus läßt sich nur durch große Hitze oder mittels schwer giftiger Stoffe töten. Alle die Stoffe, welche den Krankheitserregern oder den Gährungserregern schädlich sind, die sogenannten Desinfektionsmittel, sind auch fast stets Gifte für den menschlichen Körper, sodass nur wenigen Krankheitskeimen innerhalb des Körpers mit solchen Mitteln entgegengewirkt werden kann. Wir sehen daraus, wie notwendig es ist, dass diese gefährlichen Lebewesen vernichtet werden, bevor sie in den Körper gelangen und sich weiter entwickeln können; und ferner, dass ihnen der Nährboden für die künstliche Anzucht entzogen wird. Dazu genügen aber alle bisher bekannten Reinigungsverfahren nicht.

Die Gefahr, welche die Einbettung der menschlichen Leichen in den Boden für uns mit sich führt, ist bereits anerkannt. Daher gewinnt die Leichenverbrennung, mit welcher gleichzeitig auch die in der Leiche vorhandenen Krankheitskeime zerstört werden, mit Recht immer weitere Verbreitung.

Allmählich wird man sicherlich allgemein zur guten alten Sitte der Leichenverbrennung zurückkehren oder aber durch Imprägnierung der Leichen mit Giften, welche die Krankheitserreger töten, und durch Mumifizierung dieser die weitere Entwicklung und das Fortleben derselben unmöglich zu machen, und sie dem Boden zu entziehen bestrebt sein. Hier ist die Anwendung schwerer Gifte angebracht.

Außerordentlich günstig für den allgemeinen Gesundheitszustand würde es sein, wenn man zur dauernden Vernichtung aller Krankheitskeime auf gleichen Wegen gelangen könnte, wenn es entweder möglich wäre, alle menschlichen Abgangsstoffe, welche allesamt Krankheitskeime mit sich führen, durch Feuer zu zerstören, oder zu vergiften.

Es ist bekannt, dass die Keime der Cholera, des Wundfiebers u. s. w. durch Karbol zerstört werden, auch ist die desinfizierende Wirkung dieses Giftes als hervorragend anerkannt. Dennoch gehören große Dosen desselben dazu, um den Krankheitserregern ihr gefährliches Handwerk zu legen. Der Milzbrandbazillus vermag noch sieben Tage in dreiprozentiger Karbolsäurelösung zu leben, andere zähere Milzbrandsporen haben sich sogar 40 Tage lang in fünfprozentiger Karbolsäurelösung gehalten. Es ist daher eine starke Lösung derselben zur Tötung lebenskräftiger Bakterien erforderlich.

Wir wissen, dass andere, ebenfalls auch auf den menschlichen Organismus heftig wirkende Gifte, z. B. Arsenik, desinfizierende Eigenschaften besitzen.

Minder scharfe Gifte, als Alkohol, Chloroform, Schwefelwasserstoff u. s. w. sind gänzlich unwirksam gegen den Milzbrandbazillus, andere brauchen längere Zeit, z. B. Aether 30 Tage, Terpentinöl 5 Tage, wohingegen eine einprozentige Lösung von übermangansaurem Kali innerhalb eines Tages tödend wirkt.

Was nützen solcher Lebensfähigkeit gegenüber die Mittel, welche man unter dem Namen Klärungsmittel den zu reinigenden Abflusswässern zusetzt. Kalk, Aluminiumsulphat, Magnesia, Wasserglas u. s. w. vermögen den wirklichen Feinden des Menschen nichts anzuthun, wenn schon ihre Wirkung zur Verhinderung der Gährung und zur Niederschlagung von Schmutztheilen nicht unterschätzt werden soll.

Einfacher erfolgt die Zerstörung durch strenge Kälte und große Hitze. Mit Sicherheit bringen diese allein lebenden Wesen den Tod, aber die Kälte- und Wärmegrade, welche Sommer und Winter besitzen, reichen zu dieser zerstörenden Wirkung auf die Krankheitserreger nicht aus.

Leichte Kälte hält höchstens die Entwicklung der kleinen Lebewesen, welche die Krankheiten erzeugen, zurück, weil sie wie alle anderen organischen Wesen Wärme und Feuchtigkeit zu ihrer Entwicklung bedürfen, sobald jedoch mildes Wetter die Fortentwicklung begünstigt, erstehen sie aus dem Winterschlaf zu erneuter Thätigkeit.

Hohe Hitzegrade dagegen zerstören die Bakterienkeime unbedingt. Schon durch anhaltendes Kochen werden die Krankheitserreger unschädlich gemacht, und Wasserdampf von 100 Grad C. vernichtet jeden Keim, mit welchem er in Berührung kommt, in wenigen Minuten.

Es ist sonach unsere Aufgabe, entweder die Krankheitserreger aus den Abflusswässern überhaupt fern zu halten, oder in denselben durch Hitze zu zerstören, mindestens aber derart fort zu leiten, dass sie keinen geeigneten Nährboden zur Ansiedelung und Fortpflanzung vorfinden.

Einen solchen zweckmäßigen Ablagerungsplatz vermögen selbst die Rieselfelder für die Bakterien führenden Abflusswässer besonders mit Klosettinhalt nicht zu bilden, wohl aber kann es unter diesem Gesichtspunkte in besonders geeigneten Fällen zulässig sein.

Die Abflusswässer aus Städten an Flüssen mit schnell fließendem und ausreichendem Wasser, besonders diejenigen an Strömen, sind diesen zuzuführen, so zwar, dass die Einleitung nicht an den Ufern, sondern mitten im Strome erfolgt, damit nicht organische Reste mit Krankheitskeimen am Ufer bleiben und dort Herde bilden können.

Die in den Strom gelangten Keime der Mehrzahl von Krankheiten werden schnell von einander getrennt, andere an organischen Stoffen hängende Keime vermögen sich in dem kühlen Wasser nur langsam weiter fort zu entwickeln und werden vom Wasser festgehalten, bis sie einem größeren Lebewesen zur Nahrung gedient oder den Weg zum Meere gefunden haben, wo sie dann bald vom Salzgehalte des Meeres zerstört werden. Wird dieser Weg eingeschlagen, so ist es unbedingtes Erfordernis, Einrichtungen zu treffen, welche in Fällen schwerer Epidemien es ermöglichen, die Abflusswässer vor dem Einlauf in den Strom mit stark wirkenden Desinfektionsmitteln zu versetzen oder zu kochen.

Wie entsetzlich war die Cholera-Katastrophe in Hamburg im Sommer 1892, woselbst zweifellos die Epidemie durch

den Genuß des mit Cholerakeimen aus den städtischen Abflüssen beladenen Elbwassers herbeigeführt worden ist.

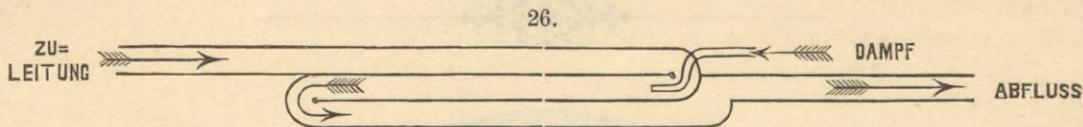
Keinesfalls sollten die mit Bakterienkeimen geschwängerten Exkremente als Düngemittel verwertet, sondern mindestens vorher hohen Hitzegraden ausgesetzt werden.

Auf diese Weise wird allerdings der Landwirtschaft ein Teil der natürlichen Düngemittel entzogen, das ist indessen unerheblich. Der Mensch erzeugt jährlich 970 Pfund Exkremente mit 68 Pfund Trockensubstanz zu einem Werte von 11 Mark.

Ob der Wert minder erheblich ist nach erfolgtem Kochen, ist auferdem zweifelhaft. Diesen Thatsachen gegenüber gewinnen die in England in einer größeren Anzahl von Städten, u. a. in Southampton, vorhandenen Anlagen zur Verbrennung der Kehrlichtmassen erhöhte Bedeutung.

Es wird bei diesen Anlagen nicht allein eine hygienisch vorteilhafte Zerstörung organischer Stoffe in der Kehrlichtmasse nebst den daran haftenden Bakterien vorgenommen, sondern gleichzeitig eine große Wärmequelle erschlossen, welche hygienisch nutzbringend dazu angewandt werden kann, um die flüssigen Abgänge der Städte zu kochen und dadurch die darin befindlichen Krankheitskeime zu zerstören.

Die Anlage in Southampton besteht aus einem Ofen, in welchem die Kehrlichtstoffe verbrannt werden. Dieser Ofen nach Tryer's Patent erbaut, besitzt sechs Zellen oder Ofen,



die ununterbrochen im Betrieb sind. Einmal angezündet, genügt der im Kehrlicht enthaltene Brennstoff zur Unterhaltung des Feuers. Die Feuergase gelangen unter einen 30 pferdigen Dampfkessel und dann in den Schornstein. Mittels des erzeugten Dampfes werden Luftpumpen betrieben, welche in Kesseln Luft auf 7 Atmosphären Druck verdichten. Diese Luft wird durch eine 10 Zentimeter weite Rohrleitung nach zwei Ejektoren Shone's System, die die sich darin ansammelnden vorher geklärten Abwässer in den Fluß abführen, während die unten im Ejektor angesammelten Schlamm-massen nach einem neben den Kehrlichtöfen angelegten Sammelbassin gedrückt werden, woselbst sie mit Kehrlicht vermischt ein wertvolles Düngematerial abgeben.

Zu Zeiten geringen Abganges der Dungstoffe werden sie auf dem Ofen getrocknet und demnächst verbrannt.

Die zur Reinigung erforderlichen Zuschläge kosten täglich 7 Mark. Die Ofenanlage u. s. w. hat 70000 Mark, die Reinigungsanlagen einschließlic Ejektoren 56000 Mark gekostet.

Die Anlage reinigt die von 13000 Einwohnern des tief gelegenen Teiles von Southampton erzeugten Abfluswässer.

Außerordentlich nahe liegend ist es, die Wirkung dieser Anlage etwas weiter auszudehnen, etwa derart, daß die groben Schwemmstoffe nur einfach durch Siebe aus dem Abwasser entfernt werden, nachdem alle Abfluswässer in die Nähe des Brennofens geleitet wurden, dort werden die ausgeschiedenen festen Stoffe mit Kehrlicht vermischt verbrannt, die flüssigen in ein Bassin geleitet und dort ver-

mittelst des abgehenden Dampfes der Dampfmaschine gekocht und dann erst auf Rieselfelder abgeleitet oder geklärt.

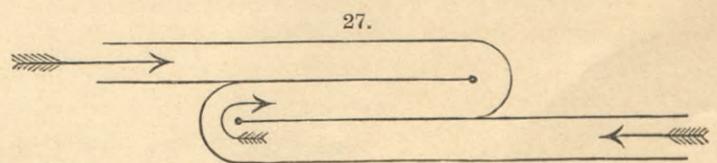
Für eine Stadt von 10000 Einwohnern würde sich die Einrichtung wie folgt entwickeln:

Es wird hierbei zunächst der ungünstige Fall vorausgesetzt, daß das örtliche Gefälle nicht ausreicht, um die Schmutzwässer ohne weiteres nach der Abflusstelle zu leiten, so daß die Aufstellung eines Ejektors nach Shone erforderlich ist.

Die Hausabflüsse und Klosette mit sparsamer Wasserspülung werden durch Rohrleitungen dem Ejektor oder dem Zusammenflusse in der Nähe der Station zugeführt. Von künstlicher Spülung der Rohrsysteme wird Abstand genommen, weil die durch die Klosettspülung entwickelte Wassermenge zur Spülung der Röhren ausreichend ist. Erforderlichen Falles kann aber das auf die Höfe niederfallende Regenwasser in das System eingeleitet werden. Dieses muss überall dort zugeführt werden, wo die Hofräume der Verunreinigung durch häusliche Abfälle ausgesetzt sind. Angeschlossen sollen auch die Straßensinkkästen in nächster Nähe von Droschkenhaltestellen stets werden, überhaupt alle mit organischen Bestandteilen geschwängerten Abflüsse, auch die organischen Abfallstoffe gewerblicher Tätigkeit, während das übrige Regenwasser in den Rinnsteinen abgeführt wird. Mittels des mit Druckluft betriebenen Ejektors werden diese Stoffe der auferhalb der Stadt belegenen Reinigungsanstalt

zugeführt. Kann das Rohrnetz ausreichendes Gefälle erhalten, so bleibt der Ejektor fort.

Die Reinigungsanstalt erhält einen Verbrennungsofen für Kehrlicht, dessen Hitze zur Erzeugung von Dampf in einem mit demselben verbundenen Dampfkessel verwertet wird. Der Dampf wird entweder zunächst zur Erzeugung der erforderlichen Druckluft benutzt, oder aber anderen Falles direkt in die Abfluswässer geleitet. Diese durchfließen zu dem Zwecke ein Rohrsystem nach Abb. 26. In diesem wird das Abfluswasser in einen Behälter geführt,



welcher durch verschiedene Böden derart geteilt ist, daß das kalte Schmutzwasser oberhalb des obersten Bodens anfließt, unter diesem wird der Dampf zugeführt und das Schmutzwasser zum Kochen gebracht. Das kochende Wasser wärmt das anfließende kalte Wasser vor und damit die im gekochten Wasser vorhandene Wärme noch möglichst weiter ausgenutzt wird, ist der Rücklauf unter dem kochenden Laufe angeordnet, so daß hier keine Abkühlung von unten erfolgen kann.

Wo die Verhältnisse es gestatten, erfolgt der Abflus mit Gefälle nach Abbildung 27, wo indessen das Abflusrohr hoch gelegt werden muß, wird der an der Sohle sich an-

sammelnde Schlamm von Zeit zu Zeit abgepumpt, wozu ebenfalls der Dampf benutzt wird. Das gekochte Schmutzwasser kann nun entweder zur Berieselung benutzt oder Klärteichen zugeführt werden. Es enthält jetzt keine lebenden Krankheitserreger mehr.

Finanziell wird sich die Sache nach dem Vorbilde Southampton's etwa wie folgt gestalten. Die Ofenanlage beansprucht einen Kostenaufwand von etwa 50000 Mark, der Kochapparat von 10000 Mark, Luftpumpe und Ejektor, wenn solche erforderlich sind, von 12000 Mark, also insgesamt ein Anlagekapital von 72000 Mark, welcher Betrag mindestens bei der Kanalisation infolge Verwendung enger Röhren erspart wird. Es würde sich also nur um die täglichen Ausgaben handeln. Wahrscheinlich reicht die durch die Kehrrechtstoffe erzeugte Wärme vollständig aus, anderenfalls ist der Zusatz eines billigen Brennstoffes — und hier ist das schlechteste gut genug — erforderlich. Southampton bei 13000 Einwohnern zahlt täglich 7 Mark, dafür ist eine große Menge billigen Brennstoffes zu beschaffen.

An Stelle der zweifelhaften Reinigung mittels chemischer Zuschläge ist also zweifellos die sichere Sanierung aller Abfluswässer mit den gleichen Kosten zu erreichen und dann ohne alle Frage vorzuziehen.

Hiermit bin ich am Schlusse meiner Abhandlung angelangt. Seit sich das deutsche Vaterland von den schweren Folgen der auf seinem Boden ausgefochtenen Bruderkriege erholt hat und ein Teil des alten Wohlstandes wieder zurückgekehrt ist, haben wir große Fortschritte in der Entwicklung unserer Städte sowohl bezüglich ihres Umfanges wie auch ihrer Wohlfahrtseinrichtungen gemacht. Die hierbei wichtigste Frage, diejenige der Abführung der Abfallstoffe, ist noch nicht zu ihrem Abschlusse gelangt, wenn auch einstweilen die Schwemm-Kanalisation mit Berieselung den Sieg über alle anderen Abführungsmethoden davon getragen hat. In dieser kleinen Abhandlung habe ich gezeigt, daß auch auf diesem Gebiete noch viel weiter gestrebt werden muß, um möglichst Vollkommenes zu erreichen. Haben diese Zeilen dazu beigetragen, so ist mein Wunsch erfüllt.



S. 61

10.2

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

 33400
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305632