

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

4694

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298940

DIE ABWASSERFRAGE IN STUTTGART.

HABILITATIONSSCHRIFT

ZUR

ERLANGUNG DER VENIA LEGENDI FÜR DAS FACH DER
HYGIENE UND BAKTERIOLOGIE.

AN DER

KGL. TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU STUTTGART

VORGELEGT VON

DR. MED. A. GASTPAR

IN STUTTGART.

MIT 14 FIGUREN.

F. Nr. 24744



STUTTGART 1902.

VERLAG VON KONRAD WITTEWER.



II 4694

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Akc. Nr. 3037 / 50

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Kapitel 1. Städtisches Abwasser	11
Kapitel 2. Allgemeines über Kläranlagen	23
Kapitel 3. Mechanische und mechanisch-chemische Klärung .	29
Kapitel 4. Das Degenersche Humusverfahren (Kohlebrei- verfahren)	43
Kapitel 5. Die Berieselung und das Torfstreuverfahren nach Classen	55
Kapitel 6. Allgemeines über biologische Kläranlagen . . .	63
Kapitel 7. Das Faulkammverfahren (Septik Tank System) .	67
Kapitel 8. Das Oxydationsverfahren	88
Schluss	104

Einleitung.

Für eine Stadt, überhaupt für jedes Gemeinwesen, ist die ausreichende, den hygienischen Anforderungen entsprechende Beseitigung ihrer Abfallstoffe, insbesondere der Abwässer, Lebensbedingung. Diese Beseitigung muss vor allem unabhängig sein von Witterungseinflüssen, und besonders muss sie auch ungehindert sich vollziehen können zu Zeiten von Epidemien, in welchen gerade mit Rücksicht auf eine Weiterverschleppung der Seuche besonders strenge medizinisch-polizeiliche Vorschriften verlangt werden können und müssen.

Neben der Beseitigung der Abfallstoffe ist es sodann die Aufgabe einer Stadt, für die Beschaffung eines möglichst einwandfreien Trinkwassers besorgt zu sein. Nur wenige bevorzugte Städte sind in der Lage, ihre Einwohner mit Quellwasser versorgen zu können, die grösste Anzahl ist darauf angewiesen, den vorbeifliessenden Wasserlauf hiezu heranziehen zu müssen. Je reiner dieser gehalten ist, desto leichter ist die Wasserversorgung durchzuführen. Die Reinhaltung der Gewässer ist deshalb eine zwingende Notwendigkeit und Ausgaben, welche zu diesem Zwecke gemacht werden müssen, sind nicht verloren, sondern kommen der Stadt indirekt wieder zu gute. Genügend Licht und Luft und reines Wasser muss jedem Menschen zur Verfügung stehen. Damit wächst die Abfallbeseitigung und Trinkwasserversorgung an zu einer Frage, welche über das Weichbild der Städte hinausgeht und für deren glückliche Lösung vor allem auch der Staat zu interessieren ist. Lässt man die Abwasserfrage z. B. ganz dem Belieben der einzelnen Städte anheimgestellt, so ist die Gefahr, dass mit begreiflichem Egoismus die Rücksicht auf

andere Gemeinden ausser Acht gelassen wird. Eine Stadt, die für eine genügende Kanalisation ihrer Abwässer besorgt ist, die aber den vorbeifliessenden Wasserlauf als Kloake für sämtliche unreine Abwässer ansieht, kommt mir vor wie eine Hausfrau, die ihre Wohnung zwar mit Wasser, Seife und Besen rein hält, aber den ganzen bei dieser grossen Putzerei entstehenden Unrat direkt vor ihrer Hausthüre deponiert, zum Ärgernis für die Nachbarn und zur Unehre für sich selbst. Schlechte Beispiele sind ansteckender als gute und eines Tages kann es passieren, dass eine weiter flussaufwärts gelegene Stadt durch Einleitung der Abwässer die erste Stadt denselben Unannehmlichkeiten und Gefahren aussetzt, welche diese bisher den von ihr aus flussabwärts gelegenen Gemeinden zugefügt hat. So zeigt es sich, dass die Frage der Abwasserbeseitigung und Trinkwasserversorgung aus einer kommunalen sich zu einer Frage entwickelt hat, bei der der Staat die gegenseitigen Interessen zu schützen und unter einen Hut zu bringen hat. Es dürfte für uns an der Zeit sein, dem Beispiel Englands zu folgen. Ich verweise hier hauptsächlich auf den Bericht des Hamburger Hafentarztes Dr. Nocht¹ über die Thätigkeit der Thames Conservancy, auf die Berichte der River Pollution Commission im Jahr 1865 und 1870, und ich kann nicht unterlassen zu bekennen, welchen günstigen Eindruck die rührige Thätigkeit der einzelnen Gemeinwesen in England in dieser Richtung auf mich gemacht hat. In England entschloss man sich zu einer gesetzlichen Regelung der ganzen Frage mit Rücksicht auf die zahlreichen Missstände, die eine Verunreinigung der Flüsse durch die Industriestädte mit sich brachte. Lange bevor die bakteriologische Untersuchung sich der Abwasserfrage bemächtigte, erkannte der praktische Blick, das hygienische „Gefühl“ der Engländer, dass der Verunreinigung der Flüsse ein Halt geboten werden müsse. Bei uns in Deutschland liegt die Sache etwas anders. Solange für das hygienische

¹ Nocht: Über Abwasserbeseitigung und -Reinigung in einigen englischen Städten. Hyg. Rundschau 1899, No. 13.

Gefühl nicht bestimmte durch Experimente festgestellte Zahlen als Grundlage substituiert werden können, sind die Anhänger der Schwemmkanalisation nicht von einer Verunreinigung der Flüsse zu überzeugen. Und doch ist gerade die Aufstellung von Grenzzahlen wiederum in das Belieben jedes einzelnen gestellt. Wo fängt die Verunreinigung an und wo hört sie auf? Der Streit darum ist aussichtslos. Das hygienische Gefühl, das Reinlichkeitsgefühl ist eben beim einen mehr, beim andern weniger entwickelt. Der Aufschwung der Industrie, das Anwachsen der grossen Städte vollzog sich in Deutschland zudem in einem viel kürzeren Zeitraum als in England und die Lösung der Abwasserfrage hielt damit nicht gleichen Schritt. Dazu kam in Deutschland noch die Berufung auf die so vielfach falsch verstandene Theorie Pettenkofers bezüglich der Selbstreinigung der Flüsse. Erst in neuerer Zeit haben eine Anzahl Sachverständige¹ auf diesem Gebiet — ich nenne vor allen Kruse-Bonn — nachgewiesen, dass Verhältnisse eintreten und bestehen können, welche die für die Isar bewiesene Selbstreinigung bei anderen Flüssen weniger wirksam erscheinen lassen, bezw. dieselbe auf eine lange Strecke überhaupt unmöglich machen. Ich kann es mir wohl versagen, an dieser Stelle ausführlich auf den Streit um die Selbstreinigung der Flüsse einzugehen. Die Verunreinigung der Elbe, der Saale, des Mains, des Rheins und Neckars sind eben Thatsachen und zwar bestehen diese Verunreinigungen während einer langen Strecke, an der zahlreiche Ortschaften und Städte mit tausenden von Einwohnern auf das Flusswasser angewiesen sind. Was nützt die Selbstreinigung, wenn sie erst nach dem Passieren dieser Städte eintritt?¹

¹ Kruse: cfr. Zentralbl. für allgem. Gesundheitspflege. 1899. Classen: Neue Untersuchungen über die Grenzen und hydrometr. Werte der Selbstreinigung der Flüsse. Leipzig 1899. Bonne: Die Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer. Leipzig 1901. Degener: Über die modernen Verfahren zur Reinigung der Abwässer. Vortrag in Leipzig auf dem Verein für Reinhaltung der Flüsse, des Bodens und der Luft. 1898.

Ebbe, Stauwehre, natürliche und künstliche Hindernisse sorgen dafür, dass die Selbstreinigung noch weiter verzögert wird und die wachsenden Unratmengen der Städte lassen erkennen, dass die Verunreinigung der Flüsse ebenfalls immer noch mehr zunehmen wird, falls nicht energisch dagegen eingeschritten wird. In Zeiten einer Epidemie wie Typhus und Cholera wird die ganze Verantwortung für eine Weiterverschleppung der Seuche jenen Behörden zugeschoben werden müssen, die die einfachsten Regeln der Prophylaxe ausser Acht gelassen haben. Die letzten Typhusepidemien im Ruhrbezirk reden in dieser Beziehung eine eindringliche Sprache und haben die Augen aller auf die grossen Missstände hingelenkt, welche in Bezug auf die Abfuhr der Fäkalien und Ableitung der Abwässer im ganzen Bezirk vorhanden sind. Der grösste Teil der Abwässer wird dort ohne weiteres der Ruhr zugeleitet, ohne Rücksicht darauf, dass sich an den Ufern die grossen Wasserwerke befinden, die den ganzen Bezirk mit Wasser versorgen müssen. Die Sorglosigkeit in dieser Beziehung hat sich nun schwer gerächt.

Das berechtigste Interesse an der Reinhaltung eines Flusses haben ohne Zweifel die, welche auf sein Wasser als Trinkwasser angewiesen sind. Es ist leider Thatsache, dass selbst die besten Filter noch unzuverlässig arbeiten, dass namentlich der Schutz in bakteriologischer Beziehung nicht vollständig ist. Wenn auch im allerbesten Fall etwa 95 bis 98% der Bakterien entfernt werden, so ist doch eine Garantie gegen Infektion nicht gegeben. Auch das in der Nähe der Flüsse entnommene Grundwasser leidet an dem Umstand, dass eine Verunreinigung desselben durch eindringendes Flusswasser nicht ausgeschlossen ist.¹ Die in den Wasserfiltern sich vollziehende Reinigung ist in der Hauptsache doch nur

¹ Vgl. Jäger: Die beabsichtigte Einleitung der Abwässer von Stuttgart in den Neckar unterhalb Cannstatt und die hiergegen erhobene Einsprache seitens der flussabwärts liegenden Gemeinden. Zeitschrift f. Hyg. u. Inf. 1898; ferner die Arbeiten von Pfuhl, Alba, Orlando, Rondelli; ebenda 1899.

eine mechanische; so wissen wir von Hamburg, dass das filtrierte Elbwasser eines schönen Tages süß schmeckte. Die nähere Untersuchung ergab, dass diese Geschmacksverbesserung auf die in den Rübendistrikten Preussens und Sachsens abgehaltene Zuckerkampagne zurückzuführen war. Bonne¹ schildert in treffender Weise, welche angenehmen Aussichten dies für den Trinkwasserkonsumenten eröffnet, „der den süßen Geschmack des Zuckers im Trinkwasser eher, als den leicht salzigen, event. an Bouillon erinnernden Geschmack verdünnten Urins und anderer menschlicher Exkreme schmeckt.“ (Ähnliches berichtet Degener-Braunschweig von der Ocker.) Während nun diese chemischen Bestandteile keineswegs als gesundheitsschädlich anzusehen sind, sondern lediglich eine symptomatische Bedeutung haben, verhält es sich mit den Bakterien doch anders. Von jeher hat das Flusswasser in der Hygiene als das Wasser gegolten, das den Verunreinigungen am meisten ausgesetzt ist, dessen Verwendung zu Trinkzwecken daher thunlichst zu vermeiden ist. (cfr. die Arbeiten Fränkels.) Umso mehr besteht für jeden Menschen die Pflicht, seinen Nachbar, der auf Flusswasser Verhältnisse halber eben einmal angewiesen ist, nicht durch weitere Verunreinigungen desselben noch mehr zu gefährden. Er darf sich dann nicht beklagen, wenn ihm von einem weiter flussaufwärts gelegenen Nachbar dieselbe Lage bereitet wird.

Wird dagegen einerseits durch geeignete Vorrichtungen eine Verunreinigung des Flusses durch städtische oder andere Abwässer möglichst vermieden und werden andererseits bei der Entnahme von Flusswasser zu Trinkzwecken die nötigen Vorsichtsmassregeln beachtet, so ist menschlichem Ermessen nach das Möglichste gethan, um Zeiten der Gefahr ruhiger entgegensehen zu können.

Nach den Trinkwasserkonsumenten kommt die ganze grosse Reihe derer, die den Fluss teils als Brauchwasser für landwirtschaftliche und industrielle Betriebe benötigen, teils

¹ Bonne, l. c.

als Fischer auf ein gedeihliches Wachstum der Fische angewiesen sind. Spindler¹ hat gezeigt, welche Ansprüche von den einzelnen Betrieben an das Nutzwasser gestellt werden. Ich verweise hier auf das Original. — Betreffend des Fischwachstums hat Thörner² nachgewiesen, dass normales, nicht verunreinigtes Flusswasser pro Ltr. ca. 36 ccm Gase mit 10—16% Sauerstoff enthält, wogegen das stark verunreinigte Wasser der Hase 57—61 ccm Gase mit 0% Sauerstoff, aber 67% Kohlensäure und 33% Stickstoff enthält. Dass in einem solchen Wasser Fische nicht leben können, sondern an Erstickten zu Grunde gehen müssen, ist klar. (Ausser Acht sind dabei gelassen alle die schädlichen, fischverderbenden Stoffe in einer Reihe industrieller Abwässer.) Das „Sieden“ der Saale bei Halle, das Aufsteigen von Schlammkuchen im Neckar bei Cannstatt weisen uns auf Vorgänge hin, bei denen der Sauerstoffgehalt des Wassers in höchstem Grade in Anspruch genommen wird.

Dass ein so verunreinigtes Wasser eine für Auge und Nase angenehme Empfindung erwecken dürfte, wird wohl niemand behaupten. Wie es unter solchen Umständen mit dem erfrischenden Flussbad bestellt ist, brauche ich nicht auszumalen; mancher musste seine „Kühnheit“ mit einer Darmerkrankung bezahlen.

Ganz besonders günstige Fälle ausgenommen müssen die Anhänger der Einleitung ungeklärter resp. ungereinigter Abwässer in Flüsse alle diese Misstände zugeben.

Dass unter diesen Verhältnissen eine reichsgesetzliche Regelung der Abwasserfrage erwünscht wäre, ist klar. Weigelt³-Berlin schreibt in diesem Sinn: „Man kann sich eines ge-

¹ Spindler: Die Unschädlichmachung der Abwässer in Württemberg. Habil. Stuttg. 1896.

² Thörner: Absterben der Fische bei Flussverunreinigung. „Gesundheit“ XXIII. 319.

³ Weigelt: Fürsorge für die Reinhaltung der Gewässer in Preussen durch die preuss. Minist.-Verfügung vom 20. Febr. 1901 „Gesundheit“ 1901, No. 16.

wissen Bedauerns nicht erwehren, dass geradezu unnatürlicher-weise die Reichsverfassung die Sorge für unsere Gewässer der Partikulargesetzgebung, den Verordnungen der Einzelstaaten vorbehält und damit ein vielfach gemeinsames Gut, das wir volkswirtschaftlich zu den bedeutendsten öffentlichen Schätzen des Reichs rechnen können, verschiedenartiger Pflege bezw. Vernachlässigung überlässt.“ Wie begründet dies Verlangen ist, sehen wir aus der Behandlung, die den rheinischen Städten Worms, Speyer und Germersheim von den Badenern zu Teil wurde. Wir brauchen aber nicht einmal über die Grenzen des engeren Vaterlandes hinauszugehen. Schon innerhalb dieser tritt das widerstreitende Interesse der einzelnen Gemeinden an einem Flusse deutlich zu Tage. So ist z. B. Esslingen im Begriff, seine Abwässer ungeklärt dem Neckar zuzuführen, wenige Kilometer oberhalb der Stuttgarter Wasserwerke und Stuttgart selbst leitet seit Jahren seine Haus- und Strassenabwässer in den Neckar, ohne Rücksicht auf die Wasserwerke von Zuffenhausen und Feuerbach. Petruschky¹ schreibt die beherzigenswerten Worte: „Der Mensch lässt sich nicht anders machen, als er ist und wo er seinen Neigungen folgen kann, thut er es — leider — meist ohne Rücksicht auf seinen lieben Nächsten, es sei denn, dass eine höhere Gewalt, ein Zwang, ihn davon abhält.“ Welchen Wert die preussische Ministerialverfügung vom 20. Febr. 1901 hat, bleibt abzuwarten (cfr. Weigelt-Berlin.)

Die eben erwähnten Punkte stellen sozusagen das Gebiet der äusseren Politik dar, das eine Stadt bei der Frage der Abwasserbeseitigung zu berücksichtigen hat. Ausserdem treten aber an dieselbe auch innerpolitische Fragen heran, verschieden je nach Lage der Stadt, nach Terrain- und Klimaverhältnissen, nach der in ihr herrschenden Lebenshaltung, nach den Gewerbeverhältnissen, endlich nach etwa schon bestehenden Beseitigungssystemen, nach Art und Zusammensetzung des Abwassers.

¹ Petruschky: Der Notschrei der rheinischen Städte. „Gesundheit“ XXV. 225.

Ich möchte an dem mir naheliegenden Beispiel Stuttgarts gerade diese Punkte etwas näher beleuchten. Vorauszuschicken ist, dass die Verhältnisse hier ganz besonders komplizierte und schwierige sind.

In Stuttgart besteht bisher getrennte Beseitigung der Fäkalien und der Haus- und Strassenabwässer. Mit den letzteren vermischen sich die Überläufe aus etwa 20—30 „Hauskläranlagen“, d. h. Abortgruben, in denen eine Vorreinigung, Verdünnung und Desinfektion der Fäkalien stattfinden soll.

Was die Kanalisation der Strassen und Häuser betrifft, so unterscheidet sich dieselbe wesentlich von der anderer Städte: Stuttgart liegt in einem engen Thalkessel. Von den Höhen wälzt sich bei starken Regengüssen das Wasser mit grosser Schnelligkeit dem Stadtgebiet zu. Erschwerend tritt, so schreibt Laissle¹, hinzu, dass die Gehänge aus undurchlässigem Keupermergel bestehen, dass die Rebenpflanzungen, welche die Hänge bedecken, das Abschwemmen des Bodens begünstigen, so dass sehr bedeutende sekundliche Wassermengen abzuführen sind, welche grössere Kanalprofile erfordern als sonstwo und dass ferner die grossen Schlammengen, welche das Regenwasser mit sich führt, Verstopfungen der Kanäle befürchten lassen. — Die Kanalisation erfolgt in drei getrennten Systemen, welche aus drei Stadtgebieten stammend, ihr Wasser dem Hauptsammelkanal in der Cannstatterstrasse zuführen. Dieser mündet in Berg in den Nesenbach kurz vor dessen Einfluss in den Mühlkanal (Neckar) und hat zu ausgedehnten Verunreinigungen desselben geführt.

Die Fäkalienbeseitigung geschieht derart, dass neben oder hinter den Häusern Sammelgruben angebracht sind, die auf ihre Wasserdichtheit geprüft werden. Die Gruben werden durchschnittlich monatlich einmal mittelst Luftpumpen in Fässerwagen entleert und ihr Inhalt der Landwirtschaft zugeführt. Das ganze Geschäft wird von der städtischen La-

¹ Hygien. Führer durch Stuttgart. 1895.

trineninspektion geleitet, die thut was sie kann, um die natürlich auch hier vorhandenen Mängel möglichst wenig fühlbar zu machen. Die tägliche Abfuhr beträgt ca. 260—300 cbm. Im Jahr 1881 waren es noch 50 000 cbm, 1891 schon 75 000 und 1901 über 100 000 cbm. Dass sich bei dieser Steigerung der Produktion die Absatzbedingungen immer ungünstiger gestalten, liegt auf der Hand, auch wenn nicht von andern Städten Konkurrenz gemacht würde. Die Stadt verfrachtet jährlich jetzt ca. 70 000 cbm per Bahn, teils direkt an die Abnehmer, teils in eine Reihe von Sammelgruben, die an Bahnstationen angelegt sind und von wo die Latrine nach Bedarf von den einzelnen Abnehmern abgeholt wird. Was nicht abgeführt werden konnte, insbesondere der Inhalt der Wasserklosettgruben wurde bis jetzt in einer primitiven Kläranlage gereinigt und fließt dann dem Nesenbach zu.

Der Strassenkehricht und der Inhalt der sog. „Kutterkisten“ wurde und wird hauptsächlich zu Auffüllzwecken verwendet.

Stuttgart sieht sich mit Rücksicht auf die vielen Unannehmlichkeiten, die die bisherige Beseitigung der Latrine mit sich brachte und die besonders darin bestehen, dass bei der Erwerbung und Errichtung von Sammelgruben Schwierigkeiten gemacht werden, dass der Absatz erschwert ist und dass ganz besonders in einer Epidemienzeit der Betrieb vollständig stocken muss, vor die Frage gestellt: Was nun? Nachdem ein Projekt Kölles betr. Errichtung einer Poudrettefabrik im Jahr 1895 als gescheitert zu betrachten war, hat sich die Stadt unter dem Druck der Verhältnisse und um dem Verlangen der Bürgerschaft nach Einführung von Wasserklosetts in grösserem Umfang als bisher entsprechen zu können, zum Bau einer Versuchskläranlage entschlossen, deren Betrieb noch voraussichtlich in diesem Jahr beginnen wird. Dieselbe ist zunächst als „biologische“ Anlage gedacht und soll die Abwässer der Praggegend verarbeiten, wobei zugleich Klosett abwässer im Verhältnis 1:10 beigemischt werden. — Zugleich soll auch der Frage der Kehrichtbeseitigung auf anderem als dem bisherigen Wege näher getreten werden.

Die Anlage der oben erwähnten Versuchsstation ist mit Freude zu begrüßen. Nirgends rächt sich die schematische Nachahmung ähnlicher Anlagen anderer Städte so, wie gerade hier. Die Stadt ist nun in der Lage, an der Hand eigener Versuche an die Lösung der ganzen Frage heranzutreten.

Angeregt durch diese Verhältnisse entschloss ich mich zur Veröffentlichung meiner am hygienischen Institut in Leipzig begonnenen Arbeiten betr. der Klärung und Reinigung von Abwässern. Auf meinen Reisen in Deutschland und England fand ich Gelegenheit, mich mit den verschiedenen Systemen vertraut zu machen und ich hoffe durch meine Veröffentlichung auch meinerseits ein Geringes zur Lösung der für Stuttgart so wichtigen Frage beitragen zu können.

Kapitel 1.

Städtisches Abwasser.

Um über die Wirkung der einzelnen Klärsysteme sich orientieren zu können, ist es zunächst notwendig, sich über die Natur des Abwassers und seine Veränderungen, die es auf dem Wege zur Kläranlage durchmacht, klar zu werden.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Abwasser quantitativ und qualitativ in den verschiedenen Städten recht verschieden ist, dass es ausserdem in der betreffenden Stadt selbst täglichen Schwankungen in seiner Menge und Zusammensetzung unterworfen ist.

Im allgemeinen versteht man unter Abwasser einer Stadt die Flüssigkeit, die resultiert aus den verschiedenen Küchen- und Hausabwässern, aus Meteor- resp. Strassen- und Dachabwässern und endlich je nachdem aus dem Zufluss der Fäkalien, sowie den Abwässern von Fabriken.

Schon aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass das Abwasser je nach dem Vorherrschen der einzelnen Gattungen recht verschiedenartige Zusammensetzung haben kann.

Beginnen wir mit dem Meteorwasser, das als Abwasser von Dächern, Strassen und Höfen dem Kanalnetz zugeht. Relativ rein vom Himmel fallend, dient es so recht eigentlich als Waschwasser der Stadt und der über derselben befindlichen Luftschicht. Es enthält demgemäss vor allem das, was sich auf Dach und Strasse an leicht abschwemmbar Material angesammelt hat. Aus der Luft führt es vor allem Russ und Staub, vom Dache ebenfalls und ausserdem noch Verwitterungsprodukte der Dachmaterialien, Exkreme von Vögeln, Vogelleichen etc. herab, auf der Strasse holt es sich

seine Beimengungen an Staub des Strassenmaterials, Unrat von Mensch und Tier, Überresten des Haushalts etc. So stellt sich das Meteorwasser, wie es in den Kanälen der Stadt weiterfliesst dar als ein hervorragender Träger suspendierter und gelöster Bestandteile organischen und anorganischen Ursprungs.

Wir haben in Deutschland eine Durchschnittsregenhöhe von 710 mm, d. h. auf den Quadratmeter Landes entfallen pro Jahr 710 l Wasser. Während auf dem freien und ebenen Land nur ein kleiner Bruchteil dieses Wassers zum direkten Abfluss gelangt, sondern zur Durchfeuchtung des Bodens dient, ist das Strassenmaterial in der Stadt dazu bestimmt, eben diese Durchfeuchtung und Aufweichung des Bodens zu verhindern. Je fester und undurchlässiger ein Strassenmaterial ist, desto mehr Abwasser haben die Kanäle zu bewältigen. Durch die Lage Stuttgarts in einem Thalkessel mit steilen Hängen wird den Kanälen ausserdem eine Menge Abwasser zugeführt, das ausserhalb der Stadt niedergegangen ist und das mit Bodenbestandteilen reichlich vermengt ist.

Ein grosser Teil des Meteorwassers geht, namentlich bei geringeren Regengüssen, durch Versickern und Verdunsten wieder den Kanälen verloren. Nach verschiedenen Berechnungen soll nur $\frac{1}{3}$ des gefallenen Meteorwassers in die Kanäle gelangen, was jedoch Büsing¹ in überzeugender Weise als unzutreffend hingestellt hat. Für Stuttgart vollends, dessen Kanäle auch noch die in der Umgebung gefallenen Wassermassen zu verarbeiten haben, ist dieses Verhältnis als ungünstig anzusehen. (Vergl. auch Laissle l. c.) Eine chemische Analyse des Strassenabwassers zu geben, ist unnötig, da nur in wenigen Fällen in Deutschland eine Trennung desselben von den Hausabwässern durchgeführt ist, im Gegensatz zu England, wo das Regenwasser meist ungeklärt dem Flusse zugeleitet wird, während die übrigen Abwässer einer Klärung unterzogen werden.

¹ Büsing: Über die Bestimmung der von städtischen Kanälen aufzunehmenden Wassermengen. „Gesundheit“ XXV, 61.

Gerade die unberechenbare, teilweise den extremsten Schwankungen unterworfenen Menge des Strassenabwassers ist der eigentliche Störenfried für den Betrieb einer Kläranlage. Grosse Wassermengen, vermischt mit einer beträchtlichen Menge Sand, Erde, Schutt etc. sind dann in kurzer Zeit zu verarbeiten und wohl nirgends mehr, als gerade in Stuttgart. Die schönen Resultate, die in England mit dem biologischen Verfahren z. B. erreicht werden, im Gegensatz zu denen in Deutschland verdanken ihren Ursprung hauptsächlich auch der gleichmässigen Beschaffenheit der infolge des Trennsystems von Witterungseinflüssen unabhängigen Haus- und Klosett-Abwässer.

Zum Meteorwasser gesellt sich als zweiter Bestandteil des Abwassers überhaupt, das Abwasser aus Küchen, Waschküchen, Badanstalten. Folgende Tabelle giebt nach König¹ einen Überblick über die Zusammensetzung des Strassen- und Hausabwassers. (Fäces und Urin fehlen im Kanalwasser.)

	Gramm im Liter							
	suspensierte Stoffe		gelöste Stoffe					
	anorganisch	organisch	feste, gesamt	Permanganatverbrauch	Organ. Stoffe Glühverlust	Stickstoff		
					Ammon.	org.		
Kanalw. München								
„ (Tag)	0.049	0.031	0.381	—	0.160	—	—	
„ (Nacht)	0.084	0.077	0.342	—	0.219	—	—	
„ Breslau		0.2108	0.7292	—	0.3338	0.0247	0.0026	
„ Dortmund	0.2055	0.2843	0.7824	0.458	0.2638	0.0372	0.0162	
„ Ottensen	0.2188	0.4420	1.8172	0.4592	0.3672	0.0476	0.0207	
„ Essen	0.1052	0.2134	0.8432	0.3472	0.2296	0.0381	0.0122	
„ Halle a/S.	0.6116	0.4048	3.3760	0.6752	0.5464	0.058	0.0065	

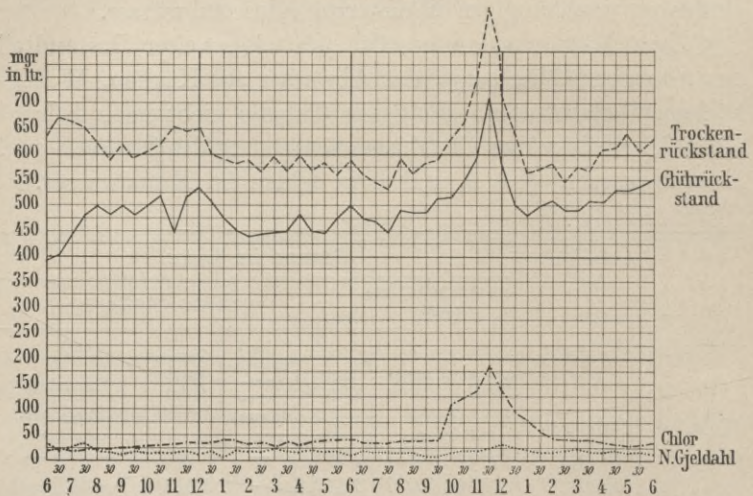
Der Gehalt an suspendierten Bestandteilen ist sehr gross, die Hälfte, resp. $\frac{2}{3}$ davon sind organischer Natur, ausser in Essen und Ottensen. Der Gehalt an festen gelösten Stoffen ist ein mässiger, etwa die Hälfte davon ist organischer Natur. (Glühverlust.) Der Stickstoffgehalt ist hoch.

¹ König: Die Verunreinigung der Gewässer. 1899.

In welcher Weise das Hinzutreten von Hausabwässern zu einem sehr kleinen, aus wenig bewohnter Gegend stammenden Wasserlauf denselben in seiner chemischen Beschaffenheit beeinflusst, geht aus den beiden nachstehenden Tabellen hervor, die ich der Liebenswürdigkeit von Herrn Dr. Bujard, Vorstand des städtischen chemischen Laboratoriums hier ver-

Nesenbachwasser vor dem Einfluss nach Stuttgart (Heslach) nach $\frac{1}{2}$ stündigen Messungen in 24h.

Tabelle I
nach Dr. Bujard.



danke. Geschöpft wurden die Proben an einem trockenen Tag, an dem die Verunreinigung durch Strassenabwasser gleich 0 war.

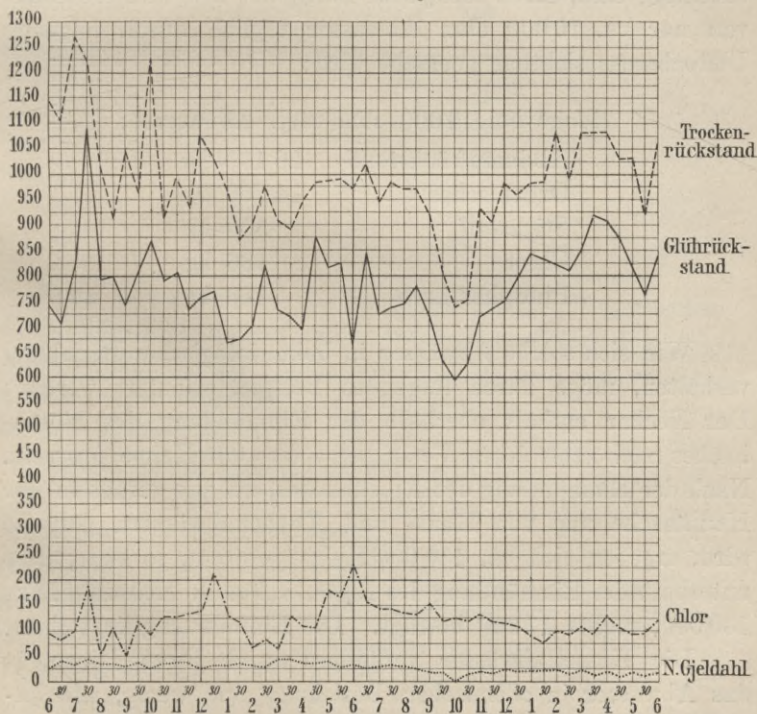
Die Tabellen zeigen die ausserordentliche Zunahme der anorganischen Substanzen, des Stickstoffs, des Chlors, und der organischen Substanzen innerhalb des bewohnten Stadtgebietes. Ausserdem weist die Tabelle ziemliche stündliche Schwankungen, auf die ich noch zurückkomme, auf.

Die Küchenabwässer allein zeigen nach Bujards Tabellen, die von Abwässern aus Hotel- und Privatküchen stammen, folgende Werte:

	mg per Liter				
	Trocken- rückstand	Glüh- rückstand	Org. Subst. (Glühverl.)	Stickstoff Gjeldahl	Chlor
Liederhalle	1150	490	660	30	260
Hotel Marquardt	1420	480	940	30	190
Privat	4170 ^(meist Fett)	680	3490	60	208
„	1240	390	850	8	85

Nesenbachwasser nach dem Ausfluss aus Stuttgart (Berg) in
 $\frac{1}{2}$ stündigen Messungen.

Tabelle II
nach Dr. Bujard.



Der grosse Unterschied der beiden Privathäuser darf nicht Wunder nehmen, da diese Zahlen keine Durchschnittswerte, sondern die Resultate einer einmaligen Untersuchung sind.

Nach Weigelt¹ ist die Zusammensetzung der Haus- und Küchenabwässer folgende:

	mg. per Liter
Abdampfrückstand	2619
Organisch	1470
Stickstoff	50
Phosphors.	16

Aus diesen Zahlen geht ohne weiteres hervor, dass in dem täglichen Abwasser einer Stadt enorme Mengen suspendierter und gelöster, anorganischer und organischer Stoffe enthalten sind, deren Menge für Stuttgart, bei einer Annahme von nur ca. 10 000 cbm Abwasser täglich durch folgende Umrechnung sichtbar gemacht wird:

Menge bei 10 000 cbm tägl. Abwassers:

Abdampfrückstand	26 190 kg
Organisches	14 700 kg
Stickstoff	500 kg
Chlor	186 kg
Phosphorsäure	160 kg

Wie sich solche Abwässer in bakteriologischer Beziehung verhalten, möge durch folgendes Beispiel erläutert werden: Der Neckar enthält oberhalb der Einmündung des Nesenbaches nach zahlreichen Versuchen etwa 4000 Keime pro ccm. Nach der Einmündung des Nesenbaches, der wie gesagt in der Hauptsache nur von Haus- und Küchenabwässern gespeist wird, ergeben sich ca. 130 000 Keime pro ccm, so zwar, dass unterhalb der Einmündung des Nesenbaches die Keimzahl links 130 000, rechts 17 000 beträgt. Die Einmündung liegt links.

Die Klosett abwässer verändern durch ihren Hinzutritt das Abwasser in chemischer Beziehung nur wenig, wie folgende Tabelle von König zeigt:

¹ Weigelt, Techn. Gemeindeblatt II. Jahrg. 293.

	Gramm im Liter						
	suspensierte Stoffe		gelöste Stoffe				
	anorg.	org.	feste	Perman- ganat- ver- brauch	Glüh- verlust (C)	Stickstoff	
					Ammon.	org. St.	
Mittel aus 30 engl. Städten	0.2418	0.2501	0.7220	—	0.0469	0.0552	0.0221
Danzig	0.2260	0.3560	0.6830	—	0.1610	0.0532	0.0116
Breslau	—	—	1.1615	—	0.5109	0.0566	0.0380

Diese Zahlen zeigen eine annähernde Übereinstimmung mit denen, welche Bujard für die in Stuttgart ausnahmsweise zugelassenen Wasserklosetts gefunden hat.

	mg im Liter				
	Trocken- rückstand	Glüh- rückstand	Glühverlust	Stickstoff Gjeldahl	Chlor
Bürgermuseum	1190	660	530	400	290
Reichsbank	910	530	380	200	150
Lindenhof	830	510	320	140	190

Beim Vergleich der für Stuttgart gültigen Bujardschen Zahlen betr. des Küchen- und Fäkalabwassers zeigt sich, dass der Stickstoffgehalt der Fäkalabwässer ein ca. zehnmal grösserer ist, als der der Hausabwässer. Die übrigen Zahlen sind annähernd gleich. Die Keimzahl der Abortabwässer ist ebenfalls etwa zehnmal grösser als die der Küchen- resp. Hausabwässer. So finden sich in Abortgruben mit Wasserklosetts Keimzahlen von etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen pro ccm. Dieser Befund giebt doch zu denken, namentlich wenn man in Betracht zieht, dass diese Keimzahl durch die vorgeschriebene Desinfektion nicht nennenswert vermindert wurde. — Aus der Thatsache, dass durch Einleitung der Abortabwässer in die Kanäle eine Veränderung des übrigen Kanalinhalt in chemischer Beziehung nicht eintritt, eine Stütze für die Ansicht derer konstruieren zu wollen, welche für eine Schwemmkanalisation mit Einleitung der ungereinigten Abwässer in den Neckar sprechen, geht

doch nicht an. Die in der chemischen Analyse zum Ausdruck kommenden Zahlen sind nicht das einzige zu berücksichtigende Moment. Thatsache ist, dass das Quantum Unrat vermehrt wird, ohne dass das Wasserquantum des Neckars eine entsprechende Vermehrung erfahren würde, da diesem das zur Schwemmkanalisation notwendige Wasser weiter oben entzogen werden müste. Die Schwemmkanalisation in Stuttgart bedeutet lediglich den Anschluss jedes einzelnen Klosetts an den Neckar, ohne dass derselbe in stand gesetzt würde, die neu anfallende Unratmenge besser zu verarbeiten.

Für Stuttgart hat demnach der sonst unter günstigeren Umständen gültige Satz von der Nichtveränderung des Abwassers durch Zusatz der Latrine keine Gültigkeit. Die Verunreinigung des Neckars würde nur noch unerträglicher.

Von Fabrikabwässern interessieren an dieser Stelle nur diejenigen, welche mit Chemikalien und Farbstoffen arbeiten, ausserdem die Zuckerfabriken. Neben der chemischen Zusammensetzung der Fabrikabwässer kommt auch noch ihre oft stark erhöhte Temperatur in Betracht. Stuttgart ist in der glücklichen Lage, derartige das Abwasser beeinflussende Fabriken nicht zu besitzen. Die eine Zuckerfabrik hat zu Beanstandungen in dieser Beziehung noch keinen Anlass gegeben.

Ebenso wie die Qualität des Abwassers unterliegt auch die Quantität einer Reihe von Schwankungen. Die Menge des gelieferten Abwassers schwankt nicht nur in den verschiedenen Städten, sondern in derselben Stadt je nach Tages- und Jahreszeit.

Für Leipzig fanden sich z. B. folgende Verhältnisse:

1. An gewöhnlichen Werktagen gelangt die geringste Menge Abwasser morgens zwischen 6—7 Uhr zur Kläranlage, von dieser Zeit an erfolgt ein Ansteigen bis 1 Uhr, zu welcher Zeit meist die grösste Wassermenge zufliesst. Bis gegen 6 Uhr abends sinkt die Kurve wieder, um dann fast plötzlich zur Mittagshöhe hinaufzuzschnellen. Ab und zu wird dieselbe überschritten. Von da ab erfolgt zuerst ein langsamerer, gegen

die frühen Morgenstunden rascherer Abfall, um bei 6—7 Uhr wieder den niedersten Stand zu erreichen.

2. An Montagen resp. Tagen nach Festtagen mit feierndem Fabrikbetrieb überwiegt die Abenderhöhung weit die Mittagserhöhung.

3. An Samstagen steigt die Abendkurve ebenfalls zu einer enormen Höhe an.

4. An Sonntagen endlich sind die beiden Tagesschwankungen mittags und abends wieder fast gleich hoch, jedoch bedeutend niedriger als an Werktagen.

Ganz ähnliche Verhältnisse ergaben sich auch bei der Registrierung der mitgeführten Schlammengen, die Hand in Hand gehen mit den oben erwähnten Abwasserkurven. Die enormen Wassermengen mittags und abends sind zugleich auch die konzentriertesten.

Ähnliche Kurven ergaben sich auch in Hannover¹. Hier ist ebenfalls die Mittags- und Abenderhöhung ganz enorm. Die Kurven stimmen mit denen von Leipzig fast vollständig überein. Dabei fand sich aber bezüglich der Konzentration ein Unterschied. Die grösste Konzentration tritt hier auf zwischen 10—1 Uhr am Tage, die geringste 2—5 Uhr nachts. Sämtliche Gehaltswerte der zwischen 10 Uhr vormittags und 9 Uhr abends entnommenen Proben liegen über dem Tagesmittel und sämtliche der in der Nacht entnommenen Proben liegen unter dem Tagesmittel.

So sehen wir, dass sich das Abwasser einer Stadt darstellt als ein in Menge und Zusammensetzung stets schwankendes Produkt und diese Schwankungen sind bei Einrichtung irgend eines Klärverfahrens in die Berechnung mit einzusetzen. Ehe man daher zum Bau einer Reinigungsanstalt schreitet, ist es notwendig die herrschenden Verhältnisse an Ort und Stelle während eines längeren Zeitabschnittes zu studieren.

Was speziell das Stuttgarter Abwasser betrifft, so besteht

¹ Bock und Schwarz: Versuche über die mechanische Klärung der Abwässer der Stadt Hannover. Viertelj. f. ger. Med. u. öff. Sanit. 1900 Suppl. S. 36.

dasselbe, wie schon erwähnt aus Haus- und Strassenabwässern, den Abwässern des Schlachthauses und denen einer kleinen Anzahl industrieller Betriebe. Die Fäkalien enthält es nicht.¹ Dieselben werden in der Hauptsache noch Jahre lang nach dem bisherigen System entfernt werden, woran auch die Errichtung einer evtl. Kläranlage zunächst wohl kaum eine Änderung schaffen dürfte. Eine solche hätte demnach einerseits mit den Haus- und Strassenabwässern zu rechnen, andererseits mit der wie bisher in vierwöchigem Turnus einmal abzuführenden Abtrittjauche, die während der Zeit ihrer Ansammlung natürlich eine Umwandlung erfahren hat, so dass sie sich von frischen Fäkalien in Konsistenz und chemischer Zusammensetzung nicht unwesentlich unterscheiden dürfte. Die Menge, die stündlichen Schwankungen dieser beiden Komponenten sind, wie wir oben gesehen haben, ebenfalls mit in Rechnung zu setzen, und es erscheint deshalb nicht belanglos, sich durch genaue Aufzeichnungen über dieselben zu orientieren.

Auf das äussere Ansehen, sowie auf den Gehalt des Abwassers an gelösten Stoffen, ferner auf den Grad der Zersetzung ist nun, wie von Berlin und London bekannt, die Länge des Aufenthalts der Jauche in den Kanälen, sowie die Schnelligkeit, mit der sich die Jauche in den Leitungen weiter bewegt, ebenfalls von Einfluss. Je länger die Kanalleitung, je stärker die an den Wänden auftretende Reibung ist, umso homogener ist das am Ende der Leitung zu Tage tretende Abwasser. Auch die bereits im Kanalnetz beginnende Thätigkeit der fäulniserregenden Bakterien macht ihren Einfluss geltend. — Wichtig sind diese Punkte, weil von den verschiedenen Kläranlagen verschiedene Ansprüche an die Beschaffenheit der Jauche gestellt werden, worauf ich später noch zurückkommen werde.

Was sind nun die Anforderungen, welche an ein geklärtes Abwasser gestellt werden können und müssen? Die Ansichten gehen hier sehr auseinander. Während sich die

¹ D. h. nicht die grosse Menge derselben, sondern lediglich den Überlauf einiger weniger „Hauskläranlagen“.

einen begnügen mit einem Absitzenlassen der suspendierten Bestandteile, fordern die andern die weitgehendste Reinigung und Desinfektion. Der Weg liegt auch hier in der Mitte. Letzteren muss entgegengehalten werden, dass ein Gemeinwesen nicht verpflichtet ist, dem Fluss ein reineres Wasser zuzuführen als dieser selbst führt, den anderen muss gesagt werden, dass es nicht bloss auf die suspendierten Bestandteile ankommt, sondern dass ganz besonders auch eine Umsetzung der höheren organischen, stickstoffhaltigen, fäulnisfähigen Verbindungen in einfachere gefordert werden muss, d. h. dass der in der Jauche stets eintretende Fäulnisprozess bis zu seinem Ende durchgeführt sein muss, ehe das Abwasser dem Flusse zufliesst. Die Weitergabe von Stoffen und Keimen, welche den Fluss und das an und in ihm sich abspielende Leben gefährden, ist nie berechtigt.

Es ist deshalb unter allen Umständen zu verlangen, dass das Abwasser seinen Charakter als Jauche einbüsst, ehe es dem Wasserlauf zugeführt wird, dass es also in einem Zustand sich befindet, bei dem eine weitere faulige Zersetzung ausgeschlossen ist. Die Chemie hat nachzuweisen, dass diese Umsetzung sich vollzogen hat. Die stickstoffhaltigen Eiweisskörper müssen in Nitrate und Nitrite übergeführt sein. Bei Kläranlagen mit Verwendung von Kalk ist darauf zu achten, ob im geklärten Wasser resp. im Abdampfdruckstand grössere Mengen von Ätzkalk sich befinden, die sich beim Stehen in CaCO_3 verwandeln, ausfallen, wodurch aufs neue Fäulnisvorgänge möglich werden. Auf das Vorkommen von Schwefelwasserstoff ist zu achten. (Vergl. hierüber Lehmann: Die Methoden der prakt. Hyg. 1901).

Die Aufstellung von Grenzwerten für alle verunreinigenden Substanzen wurde verschiedentlich unternommen, doch ist es ausserordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich, allgemein gültige Zahlen zu bekommen. Es fragt sich, ob es gerecht ist, für eine Stadt, die weiter unten an einem Flusse liegt, dieselben Zahlen zu verlangen, wie für eine weiter flussaufwärts gelegene Stadt und ob es nicht eben gerechtfertigt erscheint, aus diesem Grunde Unterschiede zwischen den ein-

zelenen Städten zu machen. Die Verhältnisse sind in jedem Fall so verschieden, dass für die eine Stadt eben noch zulässige Werte sich ergeben können, die für die andere schon weit über das Mass des Erlaubten hinausgehen.

Etwas anderes ist es mit dem Bakteriengehalt. An und für sich ist ein hoher Bakteriengehalt durchaus nicht schädlich. Es kommt bloss darauf an, dass unter diesen die pathogenen Arten nicht vorhanden sind. Praktisch wird man sich auf die Erreger des Typhus und der Cholera beschränken können und da wäre es eine dankbare Aufgabe der bakteriologischen Untersuchung, experimentell festzustellen, inwieweit die verschiedenen Klärsysteme einen Wall für diese beiden Arten in der Praxis darstellen. Bemerkenswert ist der Vorschlag von Östen¹, das Abwasser vor seiner Einleitung in den Fluss, so wie es aus der Kläranlage kommt, durch eine Reihe von Teichen zu schicken, in denen hauptsächlich eine Vernichtung der Bakterien durch höhere Lebewesen und durch das Tageslicht ins Auge gefasst wird. Die im letzten Teich betriebene Fischzucht ermöglicht zugleich eine wirtschaftliche Ausnutzung des Abwassers.

Je freier übrigens das Abwasser von zersetzungsfähigen organischen Substanzen ist, je reiner der Fluss gehalten ist, in den es kommt, umso energischer gestaltet sich der Kampf ums Dasein für die Bakterien. Für Epidemiezeiten muss allerdings die Desinfektion des Abwassers ins Auge gefasst werden.

Im übrigen ist, wie schon gesagt, das Menschenmögliche gethan, wenn auf der einen Seite die Schädlichkeiten vom Flusse so gut es eben geht, zurückgehalten werden, und auf der anderen Seite bei Entnahme von Trinkwasser aus dem Fluss durch eine Filtration für ein Zurückhalten etwa doch in den Fluss gelangter, schädlicher Momente gesorgt ist. Die Wahrscheinlichkeit einer Infektion wird dadurch auf ein Minimum herabgedrückt. Es ist unmöglich der Menschheit einen nicht versagenden künstlichen Schutzwall gegen die pathogenen Bakterien zu geben, wenn das Operationsfeld von einer so ungeheuren Ausdehnung ist, wie bei der Abwasserfrage.

¹ „Ges. Ing.“ 1899. 22. 117.

Kapitel 2.

Allgemeines über Kläranlagen.

Jedes Klärverfahren, jede Kläranlage arbeitet nach zwei verschiedenen Richtungen hin. Zum ersten handelt es sich um die Befreiung des Abwassers von verunreinigenden Substanzen und zum zweiten um die Beseitigung der beim Klärprozess entstehenden Rückstände. Eben der letztere Punkt, die Schlammfrage bildet so recht den Prüfstein für die Güte eines Betriebs. Es erscheint demnach nicht unberechtigt, die Schlammfrage, wie sie bei den einzelnen Betrieben gelöst wird, etwas näher zu besprechen.

Gemäss der verschiedenen Herkunft der Jauche und der verschiedenartigen Behandlung derselben in der Kläranlage ergibt sich auch eine verschiedenartige Zusammensetzung des Schlammes.

Zu den aus der Rohjauche ausgeschiedenen Stoffen gelangen je nach dem einzelnen Reinigungsverfahren bald in höherem bald in geringerem Grade weitere Stoffe, die mit dem Schlamm ursprünglich nichts zu thun haben. Als Normal-schlamm ist eigentlich nur der Schlamm anzusehen, der sich in den rein mechanisch wirkenden Kläranlagen ergibt oder wie er sich ferner darstellt in den Verteilungsgräben der Rieselfelder nach Versickerung des Wassers. Es zeigt sich

aber, dass in diesen beiden Fällen das ablaufende resp. versickernde Abwasser noch eine Menge von gelösten Stoffen mitnimmt, die in einer gut wirkenden Kläranlage zerstört werden sollten. Das Rieselverfahren giebt diese Stoffe zum grössten Teil an den durchsickerten Boden ab, das mechanische Klärverfahren schenkt ihnen weiter keine Beachtung mehr. So giebt auch der zurückbleibende Schlamm kein richtiges Bild des Unrats in einem Wasser. Die gelösten Bestandteile kommen darin nicht im richtigen Verhältnis zum Ausdruck.

Nach Höpfner und Paulmann¹ enthielt der in Kassel mit mechanischer Klärung gewonnene Schlamm im Mittel 90% Wasser.

Die Trockensubstanz enthält im Durchschnitt

Eiweissstoffe 22,53% = 3,6% N.

Mineralstoffe 35,90%.

Der Fettgehalt des Kasseler Schlamms wird von der zu seiner Gewinnung und Verarbeitung eingerichteten Fabrik auf 15% berechnet.

Es hat nun nicht an Versuchen gefehlt, die Bestandteile des Abwassers für verschiedene Zwecke auszunützen. Obenan steht das Verfahren, welches die in der Jauche enthaltenen Werte an Stickstoff, Phosphorsäure und Kalisalzen landwirtschaftlich zu verwerten sucht: Das Rieselverfahren, das neben der klärenden Wirkung der Bodenfiltration und -absorption und der sich hiebei abspielenden chemischen und biologischen Vorgänge eine Anreicherung des Bodens mit Pflanzennährstoffen erstrebt. Da aber die Menge des Schlamms nicht identisch ist mit der Menge der Pflanzennährstoffe und von letzteren nach übereinstimmenden Angaben nur etwa 15—20% nutzbar gemacht werden, so ist die Beseitigung des Schlamms im Rieselbetrieb zwar bequem, aber nicht ganz ökonomisch. Dabei ist zu bedenken, dass durch die mit der Spüljauche

¹ Höpfner u. Paulmann: Die Schmutzwasserreinigungsanlage der Stadt Kassel. Viertelj. für ger. Med. u. öff. Sanit. 1900. Suppl.

auf die Rieselwiesen gelangenden, gröbereren Schwimmstoffe, Papierfetzen, Lumpen etc. eine Verschlickung derselben mit der Zeit eintreten wird, eine Gefahr, die beim Ackerboden infolge der Bearbeitung des Bodens natürlich geringer ist. (Hieher gehört auch die direkte Verbringung des Klärschlammes auf die Felder, wie sie in Frankfurt a. M. geübt wird.)

Ein weiterer Vorschlag geht dahin, die Jauche mit Torfstreu zu kompostieren¹, um so einen hochwertigen Dünger zu erhalten. Dieses Verfahren, das von Ingenieur Classen-Speyer empfohlen wird, setzt die Anwendung von Torfklosetts voraus oder die Abfuhr mittelst eines pneumatischen Systems. Jedenfalls verbietet es die Anwendung von Wasserklosetts. Der Schlamm der Haus- und Strassenabwässer, mittelst irgend einer Kläranlage gewonnen, kann ebenfalls hiezu Verwendung finden. Über den Wert dieses Kompostes in landwirtschaftlicher Beziehung wird viel disputiert. Beachtenswert ist der Vorschlag, trotzdem er sich hauptsächlich nur auf die Fäkalien bezieht, deshalb, weil er der drohenden Verarmung des Ackerlandes vorbeugen will und zugleich eine gründliche und evtl. rentable Beseitigung der Fäkalien und des Klärschlammes gestatten soll.

An diese zwei bedeutendsten Versuche, an die sich das noch in Posen übliche Eduardsfeldersystem anschliesst, knüpft sich ausserdem die grosse Menge der verschiedenen Poudrettierverfahren, deren Mängel jedoch eine allgemeinere Einführung bis jetzt nicht zugelassen haben. Sie beschränken sich zudem auf die Beseitigung der Fäkalstoffe.

In zweiter Linie stehen die Bestrebungen, welche darauf hinzielen, den Klärschlamm für industrielle Unternehmen der verschiedensten Art zu verwenden. Das Degenersche Kohlebreiverfahren, das die Nutzbarmachung des Schlammes zu Brenn- und Vergasungszwecken gestattet, ist in einer Reihe von Städten zu voller Zufriedenheit im Gebrauch. Auch hier ist die Beseitigung des Schlammes eine bequeme und bietet

¹ Classen: Vortrag auf dem Verein für Reinhaltung der Flüsse, des Bodens und der Luft in Leipzig Nov. 1898.

unter günstigen Umständen eine Einnahmequelle. Kombinieren lässt sich die Verbrennung des evtl. auch auf andere Weise gewonnenen Schlammes mit der Kehrichtverbrennung; eine solche Anlage ist in Ealing bei London im Betrieb zu sehen. (Zur Zeit wird sie wesentlich erweitert). Auch der Kasseler Versuch, das im Schlamm enthaltene Fett zu gewinnen, ist hieher zu rechnen, wengleich eine Vernichtung des Schlammes damit nicht erreicht wird.

In dritter und letzter Linie steht die Verwendung des Schlammes zu Auffüllzwecken. Vorbedingung hiefür ist geeignetes trockenes Terrain und die Unfähigkeit des Schlammes nachzufaulen. Die einzige Kläranlage, bei der sich diese Bedingungen erfüllen lassen, ist die in Leipzig, das in den leeren, ausgetrockneten Rinnsalen und Flussbetten des „verschlossenen Holzes“ ein Areal besitzt, das noch auf Jahre hinaus ausreicht und dessen Eisenschlamm nach den übereinstimmenden Beobachtungen keine Neigung zum Nachfaulen zeigt.

Wie aus diesen gedrängten Angaben ersichtlich ist, hat sich in Deutschland eine ganze Industrie entwickelt, die sich die Beseitigung des Schlammes, wie er aus Fäkalien oder gemischten Abwässern gewonnen wird, angelegen sein lässt.

So steht die Schlammfrage immer noch im Vordergrund des Interesses und der Kläreffekt scheint dabei fast etwas zu kurz zu kommen. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass das biologische Verfahren, das unbestritten die einfachste Lösung der Schlammfrage darstellt, insofern als nennenswerte Schlammengen nicht zu beseitigen sind und deshalb daher-rührende Unzuträglichkeiten oder Geldopfer ausgeschlossen erscheinen, in jüngster Zeit überall berechtigtes Interesse erweckt, unsomehr, als auch der Reinigungseffekt bei dieser Art von Klärung ein wirklich guter zu nennen ist.

Welche Bedingungen an eine Kläranlage in Beziehung auf das gereinigte Abwasser gestellt werden müssen, habe ich bereits im vorhergehenden Kapitel gezeigt. Nachzutragen ist hier, dass der Betrieb weder lästig noch gefährlich für die Umgebung sein darf, und dass auch auf die Gesundheit der

in der Kläranlage beschäftigten Personen sorgfältig geachtet wird. In Epidemiezeiten wird diejenige Kläranlage am wenigsten zu beanstanden sein, und deshalb die so notwendige ungestörte Verarbeitung des Abwassers am ehesten gewährleisten, in der Menschenhände weder mit dem Abwasser noch mit dem Schlamm in direkte Berührung kommen. Insbesondere muss aber auch bei Anlage einer Kläreinrichtung Bedacht auf die Grundwasserverhältnisse genommen werden. Auch zu Zeiten einer Überschwemmung darf der Betrieb der Anlage nicht notleiden.

Die hauptsächlichsten Arten der Abwasserreinigung sind in folgenden Systemen vertreten: 1. mechanische resp. mechanisch-chemische Klärung. 2. Degeners Humus- (Kohlebrei-) verfahren. 3. Berieselung und Kompostierung. 4. Biologisches Verfahren, a) Faulkammersystem, b) Oxydationsverfahren.

Verschieden sind, wie bereits früher erwähnt, die Ansprüche, die seitens der einzelnen Systeme an die zu behandelnde Jauche gestellt werden. So verlangt Degener¹ für sein Humusverfahren eine möglichst ungefaulte und möglichst wenig durch den Aufenthalt in der Rohrleitung homogenisierte Jauche. Er spricht sich aus diesem Grunde event. für Massregeln aus, die das Eintreten der Veränderung verhindern. Classen verbietet den Gebrauch von Wasserklosetts und setzt an deren Stelle die Torfstreuklosetts. Das Rieselverfahren und das biologische Verfahren wünschen wieder eine möglichst homogene Jauche, wenngleich das Gegenteil keinen Hinderungsgrund darstellt.

In Deutschland wird hauptsächlich gerieselt und mechanisch, bzw. mechanisch-chemisch geklärt, England hat für letzteren Betrieb wenig Neigung und beschäftigt sich hauptsächlich mit der Rieselung und dem biologischen Verfahren, das in Deutschland bis jetzt nur in kleinen Verhältnissen event. in Versuchsanlagen vertreten ist. Die Bewegung zu Gunsten des letzteren nimmt aber immer mehr zu. Haupt-

¹ Degener: Über die modernen Verfahren zur Reinigung der Abwässer. Vortrag. Leipzig 1896.

sächlich sind es Dunbar und Schweder, die sich um seine Einführung verdient gemacht haben. In England sind es die Namen Dibdin, Thudichum, Cameron, Frankland, die mit dem biologischen Verfahren verknüpft sind. Soyka, Otto und Falk, Hoppe-Seyler, Koch, Virchow haben sich hauptsächlich um die Ausgestaltung des Rieselffahrens verdient gemacht. Das mechanische Verfahren, rein nur in Kassel und Hannover, in letzterer Stadt bisher nur als Versuch angewendet, ist näher beschrieben von Höpfner und Paulmann. Das mechanisch-chemische ist besonders in Frankfurt a. M. und Leipzig (Hofmann) ausgebildet. Das Degenersche Humusverfahren wurde hauptsächlich von Proskauer und Elsner eingehend studiert.

Wenn ich nun in folgendem versuche, einen Überblick über die Einrichtung, den Betrieb und Effekt der oben genannten Anlagen zu geben, so geschieht dies immer unter dem speziellen Gesichtspunkt der in Stuttgart gegebenen Verhältnisse. Die Kritik, die infolgedessen an den einzelnen Verfahren geübt wird, ist demnach, um dies vorzuschicken, eine lediglich für diesen einen Ort giltige. Ich habe mich zu dieser sofort die Nutzenwendung ziehenden Beschreibung entschlossen mit Rücksicht, etwas Positives zu geben, was sonst bei der Fülle der bereits erschienenen Veröffentlichungen auf diesem Gebiet nicht möglich gewesen wäre. Den selbstverständlich von der Stadt anzustellenden Versuchen soll damit in keiner Weise vorgegriffen werden. Derartige Versuche müssen meiner Ansicht nach stets der definitiven Installierung einer Kläranlage vorausgehen. Nur so lassen sich Fehler vermeiden.

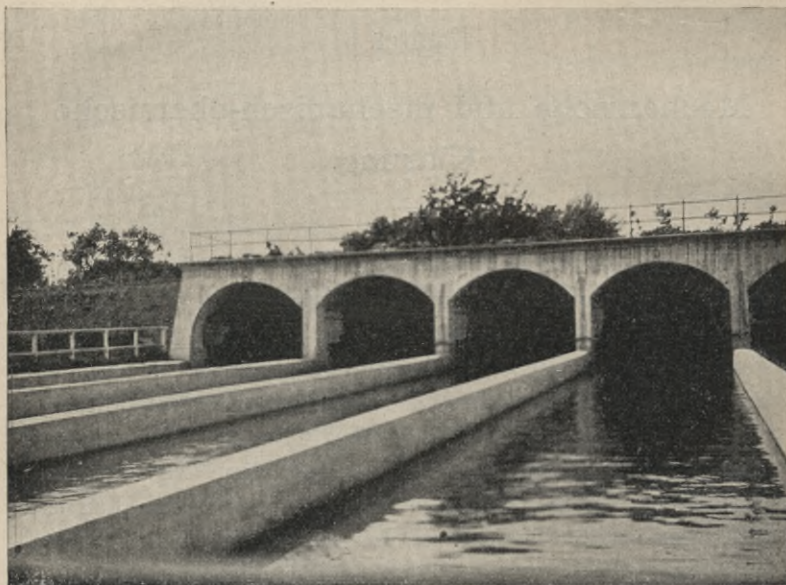
Kapitel 3.

Mechanische und mechanisch-chemische Klärung.

Wenn man die in den Kanälen befindliche Jauche näher ansieht, so erscheint es auf den ersten Blick ein Unding, diese Flüssigkeit mechanisch klären zu wollen d. h. unter Verzicht auf chemische und biologische Prozesse. Unter einer mechanischen Klärung ist eben lediglich die physikalischen Gesetzen unterworfenen Methode der Trennung der suspendierten Stoffe von der Flüssigkeit verstanden. Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass eine solche Trennung möglich ist, dass man auf der einen Seite den aus suspendierten Stoffen bestehenden schlammigen Unrat, auf der andern Seite das davon befreite Abwasser erhält. Auf das allein kommt es aber gar nicht an; das so „gereinigte“ Abwasser muss theoretisch noch die ganze Menge der gelösten Schmutzstoffe enthalten und dieser Gehalt an gelösten Schmutzstoffen wird bei der mechanischen Reinigung der Abwässer offiziell gar nicht berücksichtigt. Trotzdem wird, wie die Versuche in Kassel zeigen, eine Verminderung der gelösten organischen Substanz um 50%, eine solche des Ammoniakstickstoffs um 20% erreicht. Dass eine Verminderung gelöster Substanzen doch eintritt, ist kein Wunder, nur ist sie nicht der mechanischen Reinigung zuzuschreiben, sondern sie erfolgt auf Grund

von Zersetzungs Vorgängen, die sich neben der mechanischen Klärung abspielen. — Es kann demgemäss eine rein mechanische Anlage nicht Anspruch darauf machen, die Reinigung eines Abwassers allein zu bewirken, sondern es vollziehen sich dabei Vorgänge, wie sie in den „offenen Faulräumen“ des

Fig. 1.



Kassel. Mechanische Kläranlage. Einlauf.

biologischen Verfahrens in gleicher, jedoch ungestörterer und darum intensiverer Weise abspielen.

Zunächst zu den bei der mechanischen Klärung angewandten Apparaten, die sich bei der mechanisch-chemischen Klärung ebenfalls verwenden lassen. Die Klärung einer durch suspendierte Bestandteile verunreinigten Flüssigkeit kann durch Filtration oder durch Absitzenlassen der körperlichen

Bestandteile erreicht werden. Die Filtration verbietet sich hier aus dem Grunde, weil in kurzer Zeit das Filter verstopft und damit unwirksam gemacht würde. Die mechanische Klärung arbeitet deshalb lediglich mit der Methode des Absitzenlassens. Es geschieht dies durch Verlangsamung

Fig. 2.



Kassel. Mechanische Kläranlage. Auslauf.

der Stromgeschwindigkeit, die sowohl in horizontaler, wie in vertikaler Richtung zur Anwendung gelangen kann.

Die horizontalen Vorrichtungen sind die Klärbecken, flache Becken von grosser Länge und entsprechender Breite. Ihre Wirkung lässt sich hauptsächlich studieren in Leipzig, Frankfurt und Kassel.

Für Kassel gelten folgende Masszahlen:¹

¹ Höpfner u. Paulmann, l. c.

Die Becken haben bei 40 m Länge eine mittlere Breite von 4 m und eine nutzbare Tiefe von 3 m im Mittel. Die Sohle fällt in der Durchflussrichtung im Verhältnis 1 : 100. Die Zuflussleitung ist 4 m, die Abflussleitung 2 m breit und beide sind überdeckt, da in ihnen verschiedene bewegliche, dem Einfrieren besonders ausgesetzte Teile liegen, während die Becken offen sind (s. Fig. 1 u. 2).

Für Leipzig ergibt sich ungefähr eine Länge von 80 m, eine Breite von 15 und eine durchschnittliche Tiefe von 1 m. Hier fällt die Sohle gegen den Einlauf zu.

Zwischen beiden liegen die Verhältnisse der Frankfurter Anlage.

Im allgemeinen soll in den Klärbecken eine Durchflussgeschwindigkeit von etwa 3—4 cm in der Minute erreicht werden. Vorausbedingung ist dabei eine gleichmässige Vorwärtsbewegung der Flüssigkeit. Es ist nun aber nachgewiesen, dass die Strömung in solchen Becken durchaus ungleichmässig stattfindet. Wie mir der leitende Ingenieur in Frankfurt erzählte, hatte er dort mittelst Schwimflaschen versucht, sich über die Strömungsverhältnisse zu orientieren. Sowohl im horizontalen wie vertikalen Querschnitt ergaben sich eine Reihe einzelner Strömungen, die weiter zu verfolgen ganz unmöglich war. In Leipzig ergaben Versuche mit Schwimflaschen ähnliche Resultate, indem die am Einlauf in gleichen Abständen eingesetzten Schwimflaschen sich auf ihrem zeitlich durchaus nicht gleich langen Weg verschiedentlich durchkreuzten und dann an einer Seite des Beckens entlang getrieben wurden.

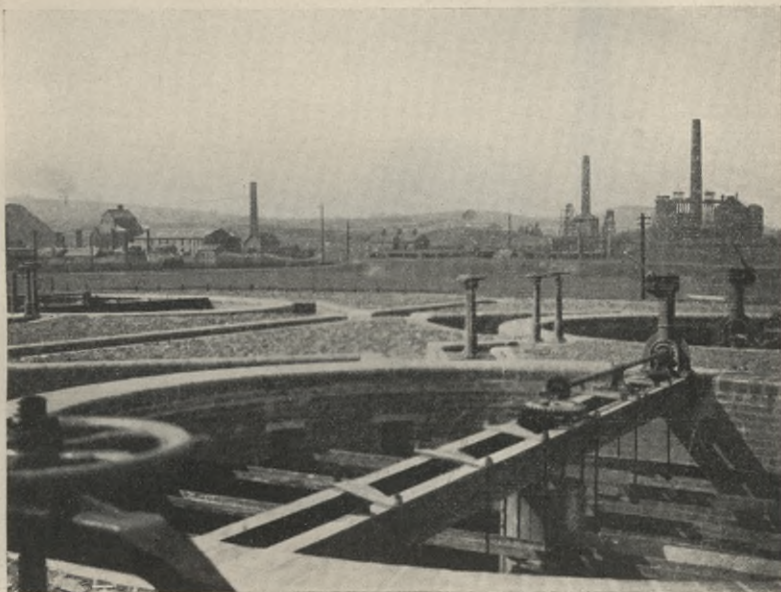
In der Kasseler Anlage sollen sich diese Strömungen ganz vermeiden lassen. Ausserdem bleibt dort das Wasser in den Becken einige Zeit vollständig ruhig stehen.

Trotz der theoretisch unzulässigen Strömungen haben dieselben doch auf die Sedimentation nicht den zu erwartenden ungünstigen Einfluss. Es erfolgt thatsächlich eine fast vollständige Sedimentation der suspendierten Bestandteile. Am ausgesprochensten konnte ich dieselbe in Leipzig

beobachten, wo das Abwasser am Auslauf vollständig klar zum Abfluss gelangt.

Der zu Boden sinkende Schlamm gleitet nun auf dem Boden infolge des Gefälles nach der Stelle hin, wo eine Vorrichtung zum Abpumpen des Schlammes vorhanden ist.

Fig. 3.



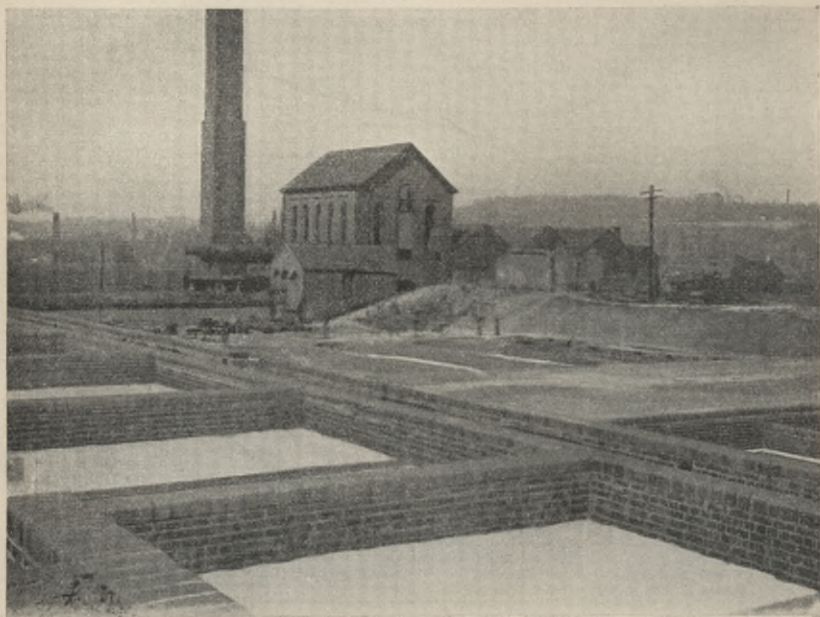
Klärbrunnen bei Tunstall (Stafford).

Mit vertikaler Strömung des Abwassers arbeiten die Klärtürme nach Röckner-Rothe und die Klärbrunnen nach Nahnsen-Müller. Erstere sind hauptsächlich auch beim Kohlebreiverfahren im Gebrauch. Mit Klärbrunnen arbeitet die Hallenser Anlage und die abgebildete Anlage bei Tunstall¹.

¹ Das Abwasser von Tunstall wird gereinigt durch Absetzen im Klärbrunnen und durch Anschliessen der Schnellfiltration durch Sand. (S. Fig. 3 u. 4.)

Das Prinzip bei beiden ist das gleiche: Das am Grunde eindringende Wasser steigt langsam nach oben und lässt auf diesem Wege die suspendierten Bestandteile absitzen. Ein Vorzug dabei ist der, dass das von unten nachströmende Abwasser die Schlammsschicht, welche in einer bestimmten Höhe

Fig. 4.



Neue mechanische Schnellfiltrationsanlage bei Tunstall (Stafford).
Sandfilter.

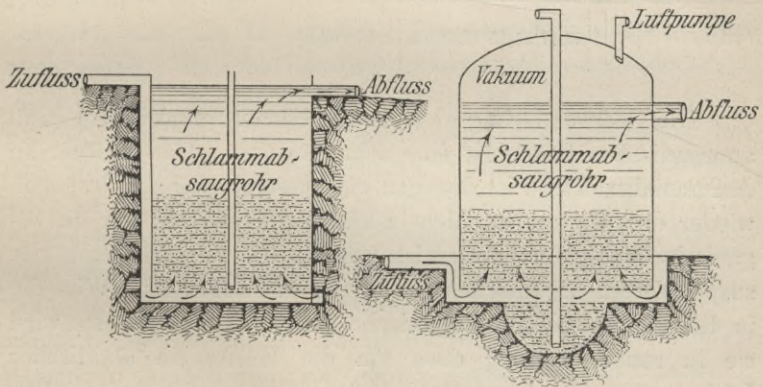
in Schwebelage gehalten wird, passieren muss, wodurch sowohl eine Art Filtration des Abwassers durch diese Schlammsschicht, als auch eine längere Einwirkung etwaiger chemischer Zusatzmittel, die sich naturgemäss auch in der Schlammsschicht absetzen, auf das Abwasser zustande kommt. — Bei den Klärbrunnen erfolgt das Aufsteigen des Wassers infolge des Niveauunterschieds, bei den Klärtürmen bringt ein durch

eine Luftpumpe in dem Klärturm hervorgerufenen Vakuum das Abwasser zum Aufsteigen. (S. Fig. 5.)

Der Effekt beider ist ein recht guter. Die suspendierten Bestandteile sammeln sich am Boden an, von wo sie abgepumpt werden.

Die Anwendung anderer die mechanische Trennung

Fig. 5.



Schema

des Klärbrunnens
nach Nahnsen-Müller.

des Klärturms
nach Röckner-Rothe.

durchführender Gedanken, z. B. die Zentrifuge, sind über Versuche nicht hinausgekommen und ihre Verwendung kann vorerst als gescheitert betrachtet werden.

Nun zurück zur mechanischen Klärung selbst. Die Wirkung einer mechanischen Kläranlage wird am besten durch folgende Tabelle von Höpfner und Paulmann (l. c.) dargestellt:

Abwasser in Kassel.

	mg im Liter											
	Schwebstoffe organisch	Schwebstoffe anorganisch	Gesamtrück- stand	Glührückstand	Glühverlust	Ammoniak- stickstoff	Nicht flücht. organ. Stickstoff	Chlor	Org. Substanz in saurer Lösung	Org. Subst. desgl. Sauerstoff	Org. Substanz in alkal. Lösung	Org. Subst. desgl. Sauerstoff
Schmutz- wasser	4214	1246	8000	1660	6340	84	377,4	157,97	459,6	116,36	439,10	110,40
Ger. Ab- wasser	120	44	666	333	333	67,2	26,32	155,96	192,9	48,83	258,54	65,47
Verlust %	97,15	96,47	91,68	79,94	94,74	20	93,0	—	—	—	—	—

Die Verminderung der suspendierten organischen und anorganischen Stoffe ist eine sehr günstige. Der Verlust an Ammoniakstickstoff ist dagegen ein äusserst geringer, wogegen wieder der Verlust an nicht flüchtigem Stickstoff, der an organische Materie gebunden ist, gemäss der Verminderung der suspendierten organischen Stoffe ein sehr hoher ist. Was die in Lösung befindliche organische Substanz betrifft, so wird sie in saurer Lösung etwa um die Hälfte, in alkalischer Lösung etwas weniger vermindert. Weit ungünstiger stellen sich nach Schmidtman¹ die Ergebnisse in Frankfurt und Allenstein.

gelöster Stickstoff:

	total	flüchtig	organ.
Frankfurt: Rohjauche:	52,5	41,3	11,2
gekl. Jauche:	48,3	38,5	9,8
Altenstein: Rohjauche:	238 mg	212,8 mg	25,2
geklärt:	217,8		

¹ Schmidtman: Rückblick auf den Stand der Städte-Assanierung im verflossenen Jahr. Viertelj. f. ger. Med. u. öff. Sanitätswesen. 3. F. 1900 Suppl.

Was das Aussehen der Kasseler Abwässer betrifft, so muss konstatiert werden, dass sie innerhalb der Anlage eine nennenswerte Aufhellung zwar erfahren haben, dass sie aber nach Geruch und Aussehen immer noch als Schmutzwasser anzusehen sind. Ausser meiner auf eigene Wahrnehmung gegründeten Ansicht spricht hierfür besonders das von Schmidtmann¹ ausgesprochene Urteil. Derselbe fügt seinem Ausspruch über den Charakter eines solchen Abwassers die Worte bei: Ob die mit dem mechanischen Klärprozess der Abwässer zu erzielende Reinigung ausreicht, wird allgemein nicht gesagt werden können, sondern stets von der Prüfung des Einzelfalles abhängen; hiebei spielen, wie wir wissen, die Vorflutverhältnisse die Hauptrolle. Degener²-Braunschweig geht noch weiter. Er zieht die mechanische Klärung überhaupt nicht mehr in Betracht.

Ich erwähnte oben die Ähnlichkeit der Klärbecken mit den Faulräumen des biologischen Verfahrens. Bemerkenswert ist der Umstand, dass in den Klärbecken sich der Zersetzungsprozess in weit mehr lästiger Weise abspielt, als in den offenen Faulräumen (Manchester). Während dort die Nähe der Kläranlage sich schon von weitem durch üble Gerüche bemerkbar macht, ist am Rande der ungeheuren Faulräume in Manchester von einem Geruch kaum etwas zu spüren. Diese Erscheinung hat ihren Grund darin, dass die Faulräume im Unterschied zu den Klärbecken vollständig in Ruhe gelassen werden. Es bildet sich infolge dessen in den Faulräumen eine mehrere cm dicke Schwimmdecke, welche das faulende Wasser hermetisch gegen die Luft abschliesst. Die infolge der industriellen Ausbeutung mit dem Schlamm vorgenommenen Manipulationen, das Ausbleiben einer Schwimmdecke, die infolge des wechselnden Wasserstandes zudem von keinem Bestand sein könnte, sind wohl hauptsächlich als die Veranlasser der in der Umgebung der Klärbecken auftretenden üblen Gerüche anzusehen.

¹ Schmidtmann: l. c.

² Degener: Vortrag in Leipzig, l. c.

Für Stuttgart würde die Anlage einer nur nach dem mechanischen Prinzip arbeitenden Kläranlage ein schwerer Missgriff sein. Abgesehen davon, dass die Rentabilität der Anstalt, speziell was die angebliche Verwertung des Klärschlammes betrifft, erst noch nachzuweisen ist, ist der erzielte Kläreffekt durchaus kein solcher, dass eine erhebliche Besserung der bei Cannstatt und Höfen bestehenden Zustände zu erwarten wäre. Der mehrfach gestaute Neckar, dem etwa die Hälfte aller gelösten organischen Stoffe doch noch zugeführt würde, wäre vielleicht am Anfang imstand, damit fertig zu werden. Das zu erwartende Wachstum der Stadt würde aber in einer gewissen Zeit wieder dieselben Verhältnisse eintreten lassen, die schon jetzt bestehen und zwar unso bald, je eher die allgemeine Einführung der Wasserklosetts Tatsache würde.

Dazu kommt der die Nachbarschaft aufs empfindlichste störende Betrieb. Von einer Geruchlosigkeit kann nicht die Rede sein. Bei der eben erwähnten Kasseler Anlage bilden die stetigen Beschwerden der Anwohner den Anlass zu kostspieligen desodorisierenden Massnahmen. Abgesehen von Ätzkalk, der den Schlamm für die Zwecke der Landwirtschaft völlig unbrauchbar macht, hat sich bis jetzt ein wirklich desodorisierendes Verfahren nicht als brauchbar erwiesen. — Wir sehen daraus, wie wenig die so wichtige Schlammfrage durch das mechanische Klärverfahren gelöst wird. Für Stuttgart, das nur über ein beschränktes Terrain für eine Kläranlage verfügen kann, wäre eine solche Anlage, wo auf grosse Schlamm lager gerechnet werden muss, viel zu teuer.

Die bakteriologische Seite der Frage lässt sich ohne weiteres dahin beantworten, dass eine mechanische Kläranlage namentlich in Zeiten einer Epidemie in keiner Weise einen wirklichen Schutz gegen eine Verseuchung des Flusses darstellt. Ob eine genügende Desinfektion des Abwassers sich durchführen lässt, ist nicht sicher festgestellt und mit Rücksicht darauf würde wohl in Zeiten einer Epidemie der Betrieb der Kläranlage entweder kolossal verteuert oder gerade

so wie die Abfuhr der Fäkalien aufs Land, wie es für Stuttgart jetzt schon medizinalpolizeilich vorgesehen ist, einfach eingestellt werden müssen. Stuttgart will aber gerade ein Verfahren einführen, das ihm auch in Zeiten der Gefahr den Dienst nicht versagt, eben weil seine Fäkalabfuhr behindert würde.

Nicht darf vergessen werden, dass die auf dem Latrinenhof bisher im Gebrauch befindliche, nach mechanischem Prinzip arbeitende Klärgrube infolge wiederholter Beschwerden und medizinalpolizeilicher Beanstandung geschlossen werden musste, trotzdem dieselbe nur für die äussersten Notfälle vorgesehen war.

Die mechanischen Kläranlagen mögen eingerichtet sein, wie sie wollen, solange nicht auf die Zerstörung der gelösten organischen Substanz hingearbeitet wird, solange namentlich auch in bakteriologischer Beziehung keine grössere Garantie übernommen werden kann, solange sind sie trotz der technischen Vollkommenheit der Apparate als wirkliche Reinigungsanlagen für Abwasser meiner Ansicht nach nicht anzusehen, auch wenn die Vorflutverhältnisse günstigere sein sollten, als in Stuttgart. Es wäre dringend zu wünschen, dass die mechanischen Kläranlagen in dieser ihrer vollständig ungenügenden Eigenschaft allgemein erkannt würden.

Wenden wir uns nun zu den mechanisch-chemischen Kläranlagen, d. h. solchen, bei denen der durch irgend ein chemisches Zusatzmittel entstandene voluminöse Niederschlag die Ausfällung der suspendierten und gelösten Stoffe mit Hilfe irgend eines der erwähnten Sedimentationsverfahren bewerkstelligt.

Die Zahl der Zusatzmittel ist recht erheblich. Nach König sind es nicht weniger als 75 Verfahren, die auf der Anwendung von Chemikalien beruhen. Von diesen ist bei weitem die Mehrzahl über einzelne Versuche nicht hinausgediehen und auch von den im Gebrauch befindlichen erfreuen sich nur einige wenige einer weiteren Verbreitung. Es würde hier zu weit führen, alle diese einzeln aufzuführen. Sie sind bei König (l. c.) und Haefcke¹ nachzulesen.

¹ Haefcke: Städtische- und Fabrikabwässer. Wien, Hartleben 1901.

Nachtragen möchte ich diesen ausführlichen Beschreibungen nur die Schilderung der Kläranlage in Leipzig¹, wo die örtlichen Verhältnisse in äusserst glücklicher Weise ausgenützt werden und die Resultate, sowohl was den Kläreffekt, als die Schlammfrage betrifft, die sonstigen Resultate wesentlich übertreffen. Leipzig hat täglich ca. 80 000 cbm Abwasser zu klären. Der Zusatz, nur Eisenvitriol, wird aus nächster Nähe billig bezogen, bezahlt wird nur der Gehalt an Eisenoxyd (15 %). Der Zusatz erfolgt in einer täglichen Menge von 12 000—20 000 Ltr. und zwar kommt durchschnittlich 1 Teil Eisenvitriol auf 2000 Teile Abwasser. Vom Schmutzwasserkanal wird das Abwasser, nachdem es mit Eisenvitriol durch ein automatisch die Zufuhr regelndes Schöpfrad vermengt worden ist, durch Zentrifugalpumpen, welche eine noch innigere Vermischung herbeiführen, in den Verteilungsgraben geworfen, und gelangt von da in die Klärbecken. Sofort nach Austritt des Abwassers aus den Zentrifugalpumpen, im Verteilungsgraben und am ausgesprochensten in den Klärbecken macht sich ein feinflockiger Niederschlag im Wasser bemerklich: das Wasser sieht aus, als ob es staubig wäre. In den etwa 80 m langen, 15 m breiten, 1 m tiefen Klärbecken setzt sich der Schlamm ab, Schwimmstoffe werden durch Schwimmbretter zurückgehalten. Das über das Auslaufwehr zum Abfluss gelangende Abwasser ist leicht gelblich gefärbt (Eisen), jedoch klar und geruchlos. Nachfaulen in offenen und geschlossenen Flaschen nicht bemerkbar. Der Gehalt an suspendierter und gelöster organischer Substanz ist ganz bedeutend gesunken. Das Wasser ist auch in bakteriologischer Beziehung reiner als das Wasser der Elster, in die es geleitet wird. Mit Einführung der Kläranlage sind die häufigen Klagen über Flussverunreinigung verstummt, es wird im Gegenteil von den Flussanwohnern betont, dass der früher oft unerträgliche Geruch jetzt vollständig verschwunden sei.

Die Schlammfrage ist in Leipzig, wie schon erwähnt,

¹ cfr. auch Hofmann, Vortrag im Verein für öff. Gesundheitspflege. Köln 1898.

äusserst glücklich gelöst. Wie es sich in der Praxis herausgestellt hat, tritt eine Zersetzung des Schlammes nicht mehr ein. Er bildet eine torfartige braune Masse, die entweder in besonderen Schlamm-trockenbecken stichfest wird, oder in noch feuchtem Zustand in die Rinnsale des „verschlossenen Holzes“ geschafft wird, wo ebenfalls die Austrocknung in kurzer Zeit vor sich geht. Der Schlamm ist ausserdem vorzüglich zur landwirtschaftlichen Verwendung geeignet. Zu irgend welchen Belästigungsklagen hat die Leipziger Anlage, trotz der nächsten Nachbarschaft des viel besuchten Rosenthals, noch nie geführt, sie wird im Gegenteil jährlich von einer grossen Menge Interessenten und Sachverständigen besucht. Sie steht dauernd unter Kontrolle des hygienischen Instituts.

Auf die Beschreibung der übrigen Anlagen kann ich an dieser Stelle nicht eingehen. Sie sind bei Halfke¹ nachzulesen. Hauptsächlich in Betracht kommen Frankfurt und Wiesbaden. Die Erfolge lassen manches zu wünschen übrig, namentlich auch was die Lösung der Schlammfrage betrifft, an der überhaupt alle mechanisch-chemischen Anlagen mit Ausnahme des Kohlebreiverfahrens kranken. Wenig verlockend sind die Zustände in Essen, wo die in Beziehung auf Klärung der Abwässer so günstig wirkenden Rotheschen Klär-türme im Gebrauch sind. Man steht dort vor der etwas unverständlichen Thatsache, dass zwei Drittel des Abwassers geklärt, ein Drittel nicht geklärt wird. Es hat sich dort der Schlamm zu hohen Bergen angehäuft und wenn nicht bald die Abfuhr dieses Kalkschlammes begonnen wird, so läuft die Anlage Gefahr, in ihrem eigenen Schlamm zu ersticken. So viel ich hörte, ist die Anlage schon öfters beanstandet worden und soll in nächster Zeit umgeändert werden.

Die mechanisch-chemische Klärung steht, was den Kläreffekt betrifft, wohl auf einer höheren Stufe als die mechanische Klärung allein, was die Frage der Schlamm-beseitigung

¹ Haefcke, l. c.

betrifft, auf derselben. Ob sie aber den hohen Anforderungen, die von Stuttgart an ein Klärverfahren gestellt werden müssen, genügen, ist fraglich. Für Stuttgart spielt, wie wir gesehen haben, neben einem genügenden Kläreffekt hauptsächlich auch die Frage der Schlammabfuhr eine grosse Rolle und die würde bei jedem mechanisch-chemischen Klärverfahren ziemlich vernachlässigt werden. Die Kalamität der Platz- und Schlammfrage werden wohl jedes mechanisch-chemische Verfahren für Stuttgart unannehmbar erscheinen lassen, mit Ausnahme des einen, des Degenerschen Kohlebreiverfahrens.

Kapitel 4.

Das Degenersche Humusverfahren (Kohlebreiverfahren).

Über bedeutungslose Projekte geht die Wissenschaft schnell zur Tagesordnung über. Misst man den Wert einer Sache nach der lebhaften Debatte, die sich für und wider dieselbe erhebt, so haben wir im Humusverfahren sicher ein Klärverfahren von grosser Bedeutung vor uns.

Der Name Humusverfahren wurde von Degener, der gerade der Wirkung der Humusstoffe bei seinem System eine grosse Bedeutung beigemessen hat, mit Absicht gewählt. Vogel¹-Berlin hat eine solche Wirkung allerdings bestritten. Die definitive Entscheidung über den Vorgang, der sich beim Kohlebreiverfahren abspielt, ist noch nicht gefallen. Degener, der mit grosser Überzeugungstreue und scharfer Feder für seine Idee gefochten hat, ist leider zu früh gestorben. Seine Nachfolger, vor allem die Aufsichtsbehörde, welche die Kontrolle über die Degenerschen Anlagen ausübt, werden in der Lage sein, an dem Ausbau der Theorie Degeners weiterzuarbeiten. Mag nun das wirksame Agens bei seiner Klärung die Humussubstanz sein, oder mag dem Vakuum der Klärtürme irgend eine Einwirkung zugesprochen werden, jedenfalls

¹ Vogel: Das Kohlebreiverfahren, Berlin 1899.

ist der Effekt der Klärung, wie wir sehen werden, ein vorzüglicher und gerade die Schlammfrage, dieser wurde Punkt aller Kläranlagen, wird bei dem Degenerschen Verfahren in wirklich glücklicher Weise gelöst.

Nach Degener¹ gestaltet sich die Einrichtung und der Betrieb seiner Anlagen wie folgt:

„Das Kohlebreiverfahren sucht die Zersetzung der organischen Stoffe thunlichst zu verhindern, filtriert sie vielmehr zum Teil durch eine nachgeahmte Bodenschicht ab und entfernt sie, soweit sie gelöst sind, durch das Absorptionsvermögen der Humussubstanz.

Während also die Sedimentierverfahren möglichst wenig von den Verunreinigungen gewinnen wollen, will ich möglichst viel davon abscheiden, während jene zerstören möchten, will ich konservieren, während es für die Sedimentierverfahren vorteilhaft ist, dieselben möglichst weit von der Stadt anzubringen, würde das meinen Wünschen direkt widersprechen und mich zu Massnahmen zwingen, der dann entstehenden Fäulnis vorzubeugen.

Um meine Ziele zu erreichen, habe ich zunächst die Wirkung der Rieselfelder lange studiert und muss wiederholen, dass sie es gewesen sind, welche mich zu meinem Verfahren führten. In dem Danziger Fuchssand lernte ich die Wirkung fein verteilter Braunkohle kennen und auf dem Berliner Rieselterrain den Einfluss der Humussubstanz. So lag es nah, den Humus in konzentrierter Form, als nass aufs feinste geschliffene Braunkohle oder älteren Torf, Moorerde anzuwenden und so zwar, dass man diese Substanz nicht als feste Filter anwendete, sondern sie als Fällungsmittel dem Abwasser kontinuierlich zusetzte und dann in den bekannten so vorzüglich wirkenden Rothaschen Klärapparaten zum Absatz brachte, wobei dank der sinnreichen Konstruktion dieser Türme, der Absatz noch als Schwebefilter für die später zuströmende mit dem Fällungsmittel versetzte Jauche diente.

¹ Degener, l. c.

Die bei dem Prozess entstehende Braunkohlentrübe wird durch etwas Eisenoxydsalz beseitigt und das noch durch ein kleines mit Kokes beschicktes Schönfilter gegangene Abwasser entströmt dann diesem farblos und blank, dem Anschein nach besser, als das Wasser des aufnehmenden Flusses, und umso geruchloser, je rascher die Jauche die Apparate durchströmte, je frischer die Jauche bei der Klärung war.

Der chemische Effekt erreicht nach den 15 Monate im Auftrag der beteiligten Herrn Minister fortgesetzten Kontrollen und Beobachtungen die der Rieselfelder und übertraf noch etwas die Lichterfelder Resultate. Die näheren Details wollen Sie aus dem Suppl. Heft zu dem heurigen Jahrgang der Vierteljahrschrift für ger. Medizin und öff. Sanitätswesen ersehen.

Meine Herren! Herr Rothe und ich haben es für richtig gehalten, erst nach völliger Durchführung unserer Methoden vor die Öffentlichkeit zu treten, und erst in diesem Jahr haben wir 4 Anlagen nach diesem System ausgeführt, nachdem wir volle 5 Jahre in ernster und wie ich auch hinzufügen kann, kostspieliger Arbeit gesucht haben, allen Anforderungen, vor allem denen der hohen Behörden nachzukommen. Man möge es uns nun nicht als Ruhmredigkeit auslegen, wenn ich behaupte, dass durch diese ehrliche Arbeit auch etwas geleistet ist, was den Eingangs erwähnten Bedingungen entspricht, nämlich allen beteiligten Faktoren gerecht wird und nicht nur zu einem erschwingbaren Preise, sondern voraussichtlich sogar mit einem Gewinn. Wir schaffen auf kleinstem Raume mit kompendiösen, wenig Hände erfordernden Apparaten, die billiger sind, als alle andern Installationen, ein dem Rieselwasser chemisch gleichwertiges, hygienisch überlegenes Reinwasser, wir schaffen dies unter Produktion eines Klärschlammes, der unter allen Umständen zu verbrennen und für Düngzwecke zu verwerten ist, wir verbilligen die Unkosten dadurch, dass wir diejenigen organischen wertvollen Stoffe, welche bei dem Rieselfverfahren fast, bei den Sedimentierverfahren ganz verloren gehen, in hohem

Masse nutzbar machen. Angeblich ist das Kohlebreiverfahren im Betrieb teurer als die Sedimentierverfahren. Aber, meine Herren, wenn Sie sich die Mühe geben wollen, jenes genau zu studieren, so werden Sie finden, dass es in der That, infolge rationeller Verwendung des Abfallschlammes billiger werden wird, als jedes andere. Es ziemt mir nicht, an dieser Stelle mein eigener Lobredner zu sein. Daher beschränke ich mich darauf, Sie darauf hinzuweisen, dass das Kohlebreiverfahren etwa das dreifache an Trockenschlamm gegenüber der zugesetzten Kohle wieder gewinnt, dass dieser Schlamm ein vorzügliches Brennmaterial abgibt, dass er sich zur Vergasung eignet und dabei noch einen grossen Teil seines Stickstoffgehaltes in höchstwertiger Form zu gewinnen gestattet, dass er infolge seines Gehaltes an Stickstoff, Phosphorsäure und Humus ein wertvolles Düngemittel darstellt, dass man seinen hohen Fettgehalt wahrscheinlich wird gewinnen lernen. Nach unseren Erfahrungen wird schon die Verwendung als billiges Brennmaterial von dem Wert guter Torfsteine nicht allein seine Beseitigung, sondern auch eine nutzbringende Verwendung garantieren. Dasselbe wird von den ärmeren Klassen seines sparsamen Brandes und billigen Preises wegen sehr gern gekauft und von uns sogar zur Dampferzeugung verwendet, kurz wie Schmidtman und Proskauer mit Recht sagen, der Kohleschlamm bietet die besten Chancen für seine kommerzielle Verwertung. Ich möchte Sie noch auf die in Essen und Köln erzielten Resultate mit der Vergasung hinweisen. Sie finden dieselben im technischen Gemeindeblatt aufgeführt. Hier ist eine vorteilhafte Ausbeute an Gas und schwefelsaurem Ammoniak, der Steinkohle gegenüber, zweifellos festgestellt.

Diese Art der Verwertung des Kohleschlammes hat uns auch dazu geführt, den weiteren Aufgaben der Stadt näher zu treten, die Müllbeseitigung in unsere Bestrebungen hineinzuziehen. Ich will hierauf nicht näher eingehen, aber ich glaube, dass wir zu dem uns gesteckten Ziele gelangen werden: Die Abfälle der Stadt für sie nutzbar zu machen zur Er-

zeugung von Licht, Kraft, Elektrizität unter gleichzeitiger Erfüllung der Wünsche der Landwirtschaft. Zerstört ist leichter als aufgebaut und wir werden unentwegt auf unserem Wege fortschreiten in der festen Überzeugung, dass nur auf diesem eine dauernd befriedigende Lösung der behandelten Frage eintreten wird.“

Soweit Degener. Wie oben schon erwähnt, erfuhren seine Versuche und Ausführungen mannigfache Gegnerschaft, die aber nicht an den von Proskauer und Elsner festgestellten Analysen zu rütteln vermochten. Auch von Degener selbst erfuhren sie eine scharfe Zurückweisung.

Bei dem Degenerschen Verfahren handelt es sich um 2 Vorgänge, um eine Filtration durch eine nachgeahmte Bodenschicht und um eine Absorption der gelösten Bestandteile durch die Humussubstanz. Der erste Vorgang spielt sich in ähnlicher Weise ab bei der in chemischen Laboratorien oft angewandten Filtration durch Papierbrei. Für die Absorption findet sich eine Bestätigung auch in dem Vorgang der Absorption in den biologischen Kokesfiltern, wie er von Dunbar nachgewiesen wurde. Der Theorie Degeners bez. der Wirksamkeit haftet absolut nichts Erzwungenes, Unnatürliches an und wie aus den Analysen Proskauers und Elsners hervorgeht, ist das Verfahren in der Praxis imstande, das Beste zu leisten.

Proskauer¹ schreibt: Bei Verwendung von 1½ kg Kohle und 210 gr Eisen nahm die Oxydierbarkeit um 70—85 % nach der Klärung ab, dies würde nach Anrechnung der gelöst verbliebenen Humusstoffe in der That einen Effekt weit über 90% ausmachen.

Die Abnahme an organischen, stickstoffhaltigen Stoffen betrug zwischen 60—70 %.

Bei geringeren Mengen von Kohle und Eisensalz (1 kg bzw. 170 gr pro cbm) lag die Abnahme der Oxydierbarkeit

¹ Proskauer und Elsner: Hyg. Unters. des Kohlebreiverfahrens zur Abwasserreinigung. Viertelj. für ger. Med. u. öff. San. 1898. Suppl. Heft.

zwischen 65—80 % unkorrigiert, korrigiert gleichfalls in der Regel über 90% und an organischen stickstoffhaltigen Substanzen meist zwischen 60—80% und nur in vereinzelt Fällen zwischen 50—60%. Zu erwähnen ist ein Versuch, ob der Kohlebrei und das Eisen gleich nach ihrem Zusatz die konstatierte Reinigung hervorbringen oder ob dieselbe erst im Vakuumzylinder vor sich geht. Über den Ausfall dieses Versuches geben die Zahlen vom 12. Mai v. J. Auskunft. Demnach vollzog sich die Entfernung der organischen stickstoffhaltigen Stoffe bald nach dem Zusatz der Fällungsmittel, dagegen hatte die Oxydierbarkeit vor dem Eintritt in den Zylinder erst um ca. 50%, nach ihrem Austritt im ganzen um etwa 80% (unkorrigiert) abgenommen. Ob es sich nur um gelöste Humussubstanzen handelt, die im Zylinder wieder zur Ausscheidung gebracht werden, darüber werden noch weitere Versuche entscheiden müssen.

Dieser Reinigungseffekt in chemischer Beziehung muss als ein äusserst günstiger bezeichnet werden, die beobachteten Schwankungen rühren daher, dass bald eine konzentriertere, bald eine verdünntere Jauche zur Reinigung kam und mitunter sehr unverhofft durch plötzlich eintretende atmosphärische Niederschläge. Im allgemeinen wurde die Beobachtung gemacht, dass die Reinigungseffekte in chemischer Beziehung um so niedriger ausfielen, je verdünnter die zu reinigende Jauche war. Daraus ergibt sich der Schluss, dass bei gleichbleibender Menge und Verdünnung der Jauche das Verfahren gleich gute Wirkungen erzielen wird; dies wird der Fall sein, wenn es sich um Abwässer handelt, die nur aus Klosett- und Hausabwässern bestehen, wie beim streng durchgeführten Trennsystem.

Eine Nachfäulung tritt nach Proskauer nicht ein.

Wie ich mich gelegentlich einer Besichtigung der Degenerschen Anlagen in Potsdam, Tegel und Soest überzeugen konnte, ist das Wasser, das aus dem Klärturm abfließt, durchaus klar. Eine leichte Färbung verschwindet nach Passage eines Schönfilters (Kokes).

Ich möchte im nachstehenden eine gedrängte Beschreibung obiger Anlagen geben.

Potsdam: In der Kläranlage wird eine tägliche durch Schwemmkanalisation erhaltene Abwassermenge von ca. 6000 cbm verarbeitet. Dieselbe passiert nach Eintritt in die Anlage eine Zentrifugalpumpe, wodurch ausserdem eine vollständige Auflösung der Dickstoffe erzielt wird. Ein Rechen hält gröbere Körper zurück. Nach der Pumpe erfolgt der Zusatz von Kohlebrei, hergestellt aus Fürstenwalder Abfallkohle, die per Schiff bezogen wird. Die Kohle wird zuerst trocken, dann unter allmählichem Wasserzusatz gemahlen, bis die gewünschte dünnflüssige Beschaffenheit des Kohlebreis erreicht ist. In einem MischgefäÙer erfolgt eine gründliche Durchmischung des Abwassers mit dem Zusatz. Am Schluss des Mischgerinnes erfolgt der Zusatz von Eisensulfat und schwefelsaurer Magnesia. Nach diesem Zusatz beginnt eine deutliche Flockenbildung.

Pro 1 cbm werden für gewöhnlich 1 kg Kohle und 170 gr Eisensalz verbraucht.

Das so vorbehandelte Abwasser kommt nun auf $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden in die Klärtürme nach Röckner-Rothe, in denen sich die Prozesse der Filtration und der Absorption vollends abspielen. Das austretende Wasser fließt nach Passage eines kleinen Schönfilters in die Havel.

Solange die Klärtürme unter normalen Verhältnissen arbeiten, ist das Wasser hell und klar. Bei Überlastung derselben und bei allzu reichlichem Zusatz von Eisensalz wird dasselbe nach Angabe des Werkführers trübe. (Mitgerissene Kohlepartikelchen und zu hoher Gehalt an Eisenoxydsalzen?) Der in den Klärtürmen zurückbleibende Schlamm wird abgepumpt und kommt zunächst in die Filterpresse, die ihm den überschüssigen Wassergehalt entzieht. Es bleibt eine Schlammmasse mit ungefähr 60—70% Wassergehalt übrig. Der Schlamm kommt nun entweder in die Briquetpressen (für den Verbrauch in der Stadt) oder in eine rotierende geheizte Trommel, an deren Auslauf er in grobknolligen Stücken

herausfällt. Der Zentner Briquets wurde um 65 Pf. verkauft, namentlich an ärmere Leute. Zur Zeit meines Besuchs war der ganze Vorrat verstellt. Die für den Betrieb notwendigen Schlammengen kommen auf dem Treppenrost einer Lokomobile zur Verbrennung und haben etwa den Heizwert von gutem Torf. Die Schlammmenge ist dreimal so gross als der Zusatz von Kohle, also etwa 3 kg pro cbm.

Der Schlamm, der nicht in den Briquetsschuppen als Briquet gelagert ist, liegt in grossen Haufen teils unter freiem Himmel, teils in Bretterschuppen. Es bildet sich auf ihm, namentlich in den Bretterschuppen ein Überzug von unbedenklichen Schimmelpilzen. Irgend ein lästiger Geruch ist nicht wahrnehmbar.

Die Kosten der Abwasserreinigung betragen pro Kopf Mk. 1.20.

Die Anlage in Tegel ist ähnlich. Tägliche Menge etwa 1500 cbm. Sehr starke Schwankungen infolge der vielen Fabriken (Borsigwerke). Ausser Kohle aus Fürstenwalde wird essigsäure Thonerde und Kalkmilch in 2% Lösungen zugesetzt. Nach Zusatz der Kohle und Chemikalien gelangt das Wasser in den Klärturm und von diesem nach Passage eines Kokesfilters in die Spree. (Gemäss eines Vertrags mit Berlin nicht in den Tegeler See.) Der Zusatz von Kalkmilch erfolgt behufs Abstumpfung der teilweise stark sauren (Fabriken) Reaktion des Abwassers.

Der gesammte anfallende Kohleschlamm wird in der Anlage selbst verbraucht und zwar soll der Heizwert ein besserer sein als in Potsdam. Die Briquetierung fällt weg. Nach Angabe des Maschinisten brennt der noch feuchte Schlamm besser als der trockene, da er nicht zerfällt, wie dieser. Er kann deshalb auf einem gewöhnlichen Rost verbrannt werden.

Die Kosten betragen Mk. 1.25 pro Kopf und Jahr.

Die Tegeler Anlage war lange Zeit das Schmerzenskind Degeners, da ihr die Verunreinigung des Mökernitzgrabens¹

¹ Vogel, l. c.

zur Last gelegt wurde. Dieselbe wurde aber von Degener auf andere Umstände zurückgeführt und seit die Anlage über die überall wohl unvermeidlichen Kinderkrankheiten hinaus ist, sind auch die gegen sie erhobenen Anklagen verstummt. Sie erfüllt jedenfalls ihren Zweck der Reinigung des Abwassers und der Schlammverwertung in vollständig zufriedenstellender Weise.

Soest besitzt Schwemmkanalisation. Einwohnerzahl 16 500. Ausser einer für ihr Abwasser selbst sorgenden Zuckerfabrik sind in Soest keine Fabriken. Der Abwasserkanal ist sehr kurz und infolgedessen finden sich noch zahlreiche Dickstoffe am Rechen der Anstalt. Papierfetzen etc., alles sammelt sich dort an und wird vermittelst Handrechens entfernt und kompostiert.

Die Zusatzmittel sind Braunkohle und schwefelsaure Magnesia (2%). Das Abwasser passiert nach dem Klärturn kleine Kokesfilter, von denen 4 vorhanden sind. Je 2 sind im Betrieb, während die andern ausruhen (cfr. biolog. Verfahren).

Der Kläreffekt ist, soweit ihn Auge und Nase beurteilen konnten, ein sehr guter. Die Schlammengen werden auf einem Trockenplatz getrocknet und werden zur Feuerung der Lokomobile benutzt.

Im Budget ist sie mit Mk. 20 000 eingestellt, pro Kopf und Jahr erfordert sie also einen jährlichen Aufwand von Mk. 1.25.

Die Zusammensetzung des trockenen Schlammes ist nach König folgende:

Wasser	10,70 %
org. Stoffe	69,58 „
Stickstoff	3,44 „
Mineralstoff	19,72 „
Phosphorsäure	1,82 „
Kali	1,07 „
Kalk	2,88 „

Vergasungsversuche mit dem Schlamm wurden schon

viele vorgenommen (Essen, Köln), in letzter Zeit auch hier in Stuttgart durch Dr. Bujard und haben recht befriedigende Resultate gehabt.

Während so die Schlammfrage als gelöst zu bezeichnen ist, lässt sich das in gleicher Weise behaupten von der Frage nach der Herabsetzung des Bakteriengehalts, resp. der Vernichtung des Typhusbazillus durch den Zusatz von Chlorkalk zu den bereits gereinigten Abwässern. Als Indikator für den Typhusbazillus werden die in jedem Abwasser vorkommenden Koli-Bakterien benützt. Der Zusatz von Chlorkalk erfolgt zu dem gereinigten Abwasser deshalb, weil sich in einer Reihe von Versuchen herausgestellt hat, dass sich auf diese Weise am ehesten eine Desinfektion der Flüssigkeit erzielen lässt, dass sich ferner jeder schädliche Überschuss an Chlorkalk auf diese Weise am besten nachweisen resp. vermeiden lässt und dass der Betrieb sich so am billigsten gestaltet. Durch Zusatz von 0,012—0,015 ‰ Chlorkalk kann innerhalb 10 Minuten eine vollständige Desinfektion der gereinigten Jauche durchgeführt werden, ohne dass dadurch das Flusswasser vergiftet würde. Bei der Havel zeigte sich schon wenige Meter unterhalb der Einflussöffnung der normale Chlorgehalt des Wassers wieder hergestellt.

Stuttgart besitzt nun, wie wir gesehen haben, Grubensystem mit periodischer Entleerung in Abfuhrwagen. Die in den Hausgruben durchschnittlich 4 Wochen sich ansammelnden Fäkalien zersetzen sich in dieser Zeit, und so ist die erste Frage, ob sich unser bisheriges Abfuhrsystem beibehalten lässt, falls zur Klärung der Abwässer nach Degener gegriffen würde. Ist nicht zu befürchten, dass durch diese bereits stark veränderte Jauche der Kläreffekt sich wesentlich ungünstiger gestalten würde, als bei Einführung der Schwemmkanalisation? Es ist dies eine Frage, die sich ebenso wie die folgende nur an der Hand eigener Versuche beantworten lässt. Degener selbst hält am meisten auf möglichst frische Jauche.

Auch die übrigen Abwässer Stuttgarts erfahren auf dem

4 km langen Wege eine Veränderung. Wie gross diese Veränderungen sind, wie sich ferner dieses Abwasser, vermischt mit dem Prozentteil Fäkalien, der auf Spüljauche gewöhnlich entfällt, verhält in Bezug auf Klärung, ist die zweite, ebenfalls nur durch Versuche zu beantwortende Frage, wobei die plötzlichen durch heftige Regengüsse mitgeschleppten Schlamm-mengen noch besonders berücksichtigt werden müssen.

Und wenn diese beiden Fragen beantwortet sind und zwar in günstigem Sinn, dann fragt es sich, wie sich die Transport- resp. Bezugsverhältnisse für Braunkohle gestalten, ob sich eventl. für diesen Stoff nicht unsere in Oberschwaben anstehenden Torflager herbeiziehen lassen. Vielleicht erweist sich unser oberschwäbischer Torf als vollständig ausreichend. Bei 40 000 cbm Abwasser täglich kommen etwa 40 000 kg Kohle in Betracht, macht täglich zwei Eisenbahnwaggons. In so günstiger Lage, wie Potsdam, Tegel und Soest befindet sich Stuttgart nicht.

Was das Verfahren für Stuttgart aber hauptsächlich erstrebenswert macht, das ist seine Anspruchslosigkeit in der Platzfrage. Gerade der Platz lässt sich beim Degenerschen Verfahren, wie bei keinem andern sonst, auf ein Minimum reduzieren. Für Stuttgart ist es nicht einerlei, ob es 5—6 ha zu einer Kläranlage benötigt oder mit 2 oder 1 auskommt, abgesehen von den 400 ha, die es zu einer Rieselanlage benötigen würde. Zudem muss beim Wachstum der Stadt eine Vergrösserung der Anlage im Auge behalten werden, die sich ebenfalls am einfachsten beim Degenerschen Verfahren lösen lässt.

Was endlich die Betriebskosten betrifft, so hängen dieselben wesentlich davon ab, wie sich die Bezugsverhältnisse für Torf oder Braunkohle gestalten werden. Der Wert des Areals, die maschinelle Anlage, Löhne etc. werden nicht wesentlich anders sein als in Potsdam, Tegel und Soest. Mark 1.25 ist überall als Durchschnittspreis für diese Reinigung angegeben, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass sich nach den Aussprüchen Rothes das Verfahren um etwa 25 % ver-

billigen lässt, sobald die Rückstände in rationeller Weise verwertet werden.

Auch die Thatsache, dass sich der Klärschlamm mit zur Kehrlichtverbrennung heranziehen lässt, ist zu beachten. Ich weise hier auf die Anlage in Ealing¹ hin, wo allerdings der Schlamm ohne Kohlezusatz verbrannt wird. Es scheint thatsächlich möglich, auf diese Weise das Ziel, das sich Degener gesteckt hat, die Nutzbarmachung der städtischen Abfälle zur Erzeugung von Licht, Kraft, Elektrizität, vollständig zu erreichen.

¹ Vergl. auch den Reisebericht der Berliner Kommission in England Buttner, Brix, Kleine, Lüben, Neumayer. 1900.

Kapitel 5.

Die Berieselung und das Torfstreuverfahren nach Classen.

Ich habe diese zwei Verfahren zusammengestellt, weil sie in gleicher Weise von dem Gedanken ausgehen, die in der Jauche enthaltenen Stoffe landwirtschaftlich zu verwerten. Wenn ich an dieser Stelle auf die Berieselung überhaupt eingehe, so thue ich es lediglich der Vollständigkeit halber. Ich muss gleich vorausschicken, dass dieses Verfahren für Stuttgart vollständig ausgeschlossen ist, mangels geeigneten Terrains. Wie schwer sich ein Ausserachtlassen der Terrainverhältnisse rächt, zeigt das Beispiel Charlottenburgs, wo es zu bedenklichem Überhandnehmen der Bodenfeuchtigkeit gekommen ist. In Stuttgarts Umgebung, die ohnedies dicht bebaut ist, findet sich weder geeignetes noch ausreichendes Rieselland.

Die Reinigung der Abwässer im Boden findet statt durch Filtrations- und Absorptionsvorgänge. Dazu kommt eine durch Spaltpilze hervorgerufene Zersetzung der abfiltrierten und absorbierten Stoffe und deren Nutzbarmachung für die Landwirtschaft. Die stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Substanzen werden in ihren Zersetzungsprodukten für den Aufbau von Pflanzen verwendet; zudem verdunstet ein beträcht-

licher Teil des Wassers durch die Pflanzen, so dass der Boden in gewisser Beziehung gegen Verschlämmung geschützt werden kann.

Für eine gute Funktion der Rieselfelder existieren verschiedene Vorbedingungen. Die erste ist die Bodenbeschaffenheit des zu Rieselzwecken verwandten Areals. An dieselbe ist die Anforderung zu stellen, die Filtration des Abwassers und die Absorption der gelösten Stoffe möglichst vollständig durchzuführen. Die Fähigkeit kommt porösem Boden mehr zu als schwerem Lehmboden, wie er in der Nähe Stuttgarts vorherrscht. Bei der Absorption spielen ferner die Humusbestandteile des Bodens eine grosse Rolle. Es eignen sich demnach im allgemeinen für Berieselung die porösen durchlässigen Sandböden und solche mit lehmig-humöser Beimengung, während rein thonige schwere Böden nur bei geringer Belastung verwendbar sind. Beeinflussen lässt sich die Bodenbeschaffenheit bis zu einem gewissen Grade durch die Art der Drainage.

Die zweite Vorbedingung liegt in der Natur der zu reinigenden Jauche: Je mehr die Jauche einer Vorreinigung, einer Homogenisierung durch Zersetzungsprozesse unterworfen ist, desto bessere Resultate lassen sich erzielen. Von verschiedener Seite ist der Vorschlag gemacht worden, die für den Winterbetrieb notwendigen Einstaubassins in solche Vorreinigungsanlagen umzuwandeln, welche damit in gleicher Weise, wie die offenen Faulräume des „biologischen“ Verfahrens wirken würden.

Die dritte Vorbedingung ist der Preis der Grundstücke, der durch lokale Verhältnisse bedingt ist, und der eventl. eine Stadtverwaltung zwingen kann, enorme Summen in den Rieselgütern anzulegen. Die Entfernung der Rieselgüter von der Stadt ist ein Punkt, der für den Preis der Rohrzuleitung und Pumpen von grossem Einfluss ist.

Die Grösse des zu berieselnden Areals hängt von der Menge der Jauche und der Bodenbeschaffenheit ab. Allgemein gültige Zahlen lassen sich deshalb nicht geben.

Sind alle Vorbedingungen für einen Rieselbetrieb erfüllt, so lassen sich mit demselben recht gute Reinigungseffekte erzielen. Was den wirtschaftlichen Nutzen betrifft, so ist zu bedenken, dass die Ausnutzung der Pflanzennährstoffe nach neueren Angaben nur etwa 15—20% beträgt, dass ferner die Rieselfrüchte nicht so vollwertig sind, wie die übrigen bei gewöhnlichem landwirtschaftlichem Betrieb erhaltenen. Sie zeichnen sich hauptsächlich durch einen hohen Wassergehalt aus. Bei Rüben z. B. ist nur 5% statt 15%—20% Trockensubstanz vorhanden. Die zahlreichen Grasschnitte lassen sich nur als Grünfutter verwenden. Kurz: der landwirtschaftliche Nutzen entspricht nicht den grossen Hoffnungen, die auf ihn gesetzt wurden.

Gegenüber der betonten Gefahrlosigkeit des Rieselbetriebs verdient die Erscheinung Beachtung, dass nach Aussage eines Vorstands einer Pumpstation in Berlin unter seinen Arbeitern, welche in den grossen Sammelbecken der Pumpstation mit der Jauche in Berührung kommen, schwere Entzündungen der Lymphgefässe nicht selten sind.

Es ist, was den ungestörten Betrieb betrifft, noch nachzutragen, dass in der kalten Jahreszeit der Rieselbetrieb nicht voll wirksam ist; die Folge davon ist die Notwendigkeit der Beschaffung von Staubassins.

Wie gesagt, die Bedingungen für einen Rieselbetrieb sind in Stuttgart nicht vorhanden. Benötigt würden ungefähr 400 ha.

Classen¹ geht bei seiner Vermengung der Fäkalien etc. mit Torfstreu davon aus, dass dieselbe die Eigenschaft der Absorptionsfähigkeit in hohem Grade besitzt. Zur Verwendung gelangen Fäkalien, Kehrriechstoffe, Küchen- und Schlachthausabfälle, Strassenabraum, Siel- und Filterschlamm, und zwar lässt die Verwendung von Streutorf die geruchlose Verwertung für landwirtschaftliche Zwecke zu. Eine solche Kompostierung ist nach Classen in hohem Grade einträglich,

¹ Classen: Über Verwendung städtischer Abfallstoffe. Vortrag. Leipzig 1899.

wie dies die Erfahrungen in deutschen, holländischen und schwedischen¹ Städten bewiesen haben, so zwar, dass derartige Anstalten die Nachfrage kaum befriedigen können.

Wie wir aus dieser kurzen Notiz ersehen können, lässt Classen die Frage der eigentlichen Abwasserreinigung unberührt und denkt sich seine Anlage wohl im Anschluss an irgend ein Klärverfahren, hauptsächlich aber immer zur Verwendung der Fäkalien. Es stellt sich dar als ein unter Verhältnissen sehr wohl begehbarer Weg zur Lösung der Schlammfrage.

Classen will durch die Kompostierung der städtischen Abfallstoffe mit Torfstreu der drohenden Verarmung des Landes an Stickstoff vorbeugen.

Voraussetzung für die Kompostierung ist der Wegfall der Wasserklosetts. Erwünscht ist der Ersatz derselben durch Torfklosetts, doch kann, und das ist für Stuttgart das günstige Moment, die Abfuhr der Fäkalien beibehalten werden. Der Zusatz von Torfstreu findet dann erst in der Kompostieranlage selbst statt.

Classen geht von der Rechnung aus, dass ein Ballot lufttrockener Torfmulle etwa 0,5 cbm einnimmt, in aufgelockertem Zustand dagegen 1,5—1,75 cbm. In gesättigtem Zustand ergeben jedoch 1 cbm Fäkalien und die zur Bindung erforderlichen 1,5 cbm trockenen Torfmulls nicht 2,5 cbm Masse, sondern nur 1,25 cbm, da sich vollständig durchtränkte Torfmulle je nach Beschaffenheit auf $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ des Trockenvolums reduziert. Wird dadurch nun allerdings die Masse des Gemisches vermindert, so bleibt das für die Transportkosten massgebende Gewicht desselben doch unbeeinflusst. Das Gewicht entsteht lediglich durch Addition der Gewichte der beiden Faktoren. Von grossem Vorzug beim Transport ist aber der Wegfall besonders eingerichteter Eisenbahnlatrinenwagen. Der Transport kann ohne weiteres in jedem

¹ A. Müller: Die Entwicklung der privaten und öffentl. Reinhaltung in Schweden. „Gesht.“ 1899.

offenen Waggon vor sich gehen, wodurch eine günstigere Ausnutzung des Laderaums sich ermöglichen lässt.

Der von Classen nach den Angaben von Wolff-Hohenheim und Holdefleiss-Breslau pro 1 cbm Fäkalien berechnete Düngerwert beträgt ca. Mk. 6.85, für den cbm von durch Wasserspülung verdünnter Latrine Mk. —.98. Durch den Zusatz des Torfs erhöht sich der Düngerwert auf Mk. 10.85 für 1,25 cbm Fäkalorf.

Die Gewinnungskosten sind demnach pro Jahr und 5 Personen wie folgt anzusetzen:

1. Bei Verwendung von Wasserklosetts:

10% Zins u. Amort. eines Wasserklosetts à <i>M</i> 60.—	<i>M</i> 6.—
Spülwasser = 14,10 cbm à 10 <i>℔</i>	„ 1.41
16,45 cbm pneumatisch zu entleerende Latrinenmasse pro 1,2 cbm = 3 <i>M</i>	„ 41.10
	<u>Total <i>M</i> 48.51</u>

2. Bei Torfklosetts:

10% Zins u. Amort. eines Torfstreuklosetts à <i>M</i> 15.—	<i>M</i> 1.50
Torfmuß	„ 12.16
Grubenträumung (2 Mann à 2 <i>M</i>)	„ 4.—
Abfuhr (2 Fuhren à 4 <i>M</i>)	„ 8.—
	<u><i>M</i> 25.66</u>

Während im ersten Fall die 16,45 cbm einen Düngerwert von Mk. 16.12 repräsentieren, hat der Fäkalorf (3 cbm) einen solchen von Mk. 26.—.

Von Degener wurde in der Diskussion des Vortrags die Aufstellung dieser Rechnung bekämpft unter Hinweis auf die sinkende Tendenz des Stickstoffpreises. Er misst dem Fäkalorf nicht die landwirtschaftliche Bedeutung bei, wie dem in den Handel gelangenden Salpeterstickstoff im Chilialpeter.

Die Einrichtung und den Betrieb einer Torffäkalikompostfabrik stellt Classen folgendermassen dar:

Für den Kompostlagerplatz kann jedes geringwertigste, jedoch hochwasserfrei gelegene Grundstück eingerichtet werden, sobald dasselbe Normalgeleiseanschluss erhalten und mit

Wasser- resp. Landstrassen in nicht zu kostspielige Verbindung gebracht werden kann. Die nach wie vor pneumatisch geförderten Latrinestoffe werden je nach Entfernung des Kompostlagerplatzes vom Stadtmittelpunkt entweder per Achse, Schiff, Eisenbahn oder Rohrleitung transportiert und je nach dem Verhältnis der Abfuhrmenge entweder direkt dem Kompostapparat, oder zuvor einem entsprechenden Reservoir zugeführt und von da je nach Bedarf dem Kompostapparat zugeleitet.

Derselbe besteht in der Hauptsache aus der Mischvorrichtung und dem direkt angeschlossenen Knetraum. Beide Teile aus starken Gusseisenkörpern hergestellt, sind auf einem Unterbau von kräftigen Eisenträgern zusammen mit dem Antriebsmechanismus montiert und die Stützpunkte für die Elevatoren sind ebenfalls in Eisenkonstruktion mit dem Unterbau in solide Verbindung gebracht.

Die Mischvorrichtung wird durch einen dichtgeschlossenen gusseisernen Hohlkonus gebildet, in welchem ein mit besonders konstruierten Schraubenlamellen besetzter konischer Rotationskörper auf stehender Welle pro Minute 300 Touren macht. In den oberen, flach abgedeckten Teil der Mischvorrichtung mündet ein durch Handantrieb verstellbares Teleskoprohr für den damit regulierbaren Zulauf der Fäkalstoffe, welche durch das Teleskoprohr auf den Rotationskörper fallen und durch an dessen oberstem Ende angebrachte Verteilungstifte in dem Mischraum auseinandergeschleudert werden. Gleichzeitig werden mittelst Elevatoren in ebenfalls regulierbaren Mengen Torfmull, sowie Hauskehricht, Küchenabfälle, Strassenabraum und sonstige Abfallstoffe je nach ihrem Quantum durch einen Füllschacht in den Mischraum von oben eingeführt und mit den ausgeschleuderten Fäkalien durchtränkt. Das so entstehende Gemisch sinkt durch sein eigenes Gewicht an den Innenwandungen des Mischraums herab, wird von den Schraubenlamellen erfasst und auf diese Weise nach unten in den Knetraum befördert. Im Knetraum rotieren mit je 50 Touren in der Minute zwei horizontal

gelagerte und mit Gussstahlmessern von besonderer Form versehenen Wellen gegen einander, wodurch zunächst das Gemenge unter langsamer aber steter Vorwärtsbewegung energisch geknetet und aufs innigste vermischt wird, um schliesslich von den schraubenförmig gewundenen Messern oder Flügelquadranten durch ein Mundstück als vollkommen gleichmässig durchgearbeiteter und geruchloser Kompost ausgepresst zu werden.

Der Kompost fällt in Kippwagen und wird von diesen nach dem Kompostlagerplatz abgefahren. Hier wird der geruchlose Kompost in nicht über $1\frac{1}{2}$ m hohe und 3—4 m breite Haufen mit möglichst steiler Böschung aufgeschüttet und durch aufgelegte Strohmatten gegen starke Regengüsse und Sonnenbestrahlung geschützt. Der Kompost kann hier bis zur Abfuhr, welche zumeist in der Frühjahrs- und Herbstbestellungszeit eintritt, lagern, während dessen je nach Witterungsverhältnissen eine mehr oder minder beträchtliche Feuchtigkeitsmenge verdunstet. Womöglich soll für jeden Tag ein Komposthaufen angelegt werden.

Weiter beschreibt Classen die Verwertung der übrigen städtischen Abfallstoffe, die ausgedehnte Verwendung derselben namentlich in Amsterdam und kommt zum Schluss seines Vortrags noch auf die Kostenverhältnisse zu sprechen.

Es kann nicht bestritten werden, dass das Classensche Projekt für Stuttgart zunächst etwas Bestechendes hat. Das Wasserklosett müsste freilich geopfert werden. Es zeigt sich aber, dass bei der jedenfalls in absehbarer Zeit notwendigen Errichtung einer Reinigungsanlage für die Haus- und Strassenabwässer sich leicht ein Verfahren finden lässt, das zugleich auch die Fäkalien mit reinigt. Die nicht unerheblichen Kosten der Errichtung einer Torffäkalfabrik wären dadurch umsonst gemacht. Es ist auch fraglich, ob das Torfklosett sich bei der Bevölkerung so gut einführen liesse, wie das in seiner Bedienung so einfache Wasserklosett. Es ist dies auch wohl der eigentliche Grund, warum das Classensche Verfahren der Kompostierung bis jetzt so wenig Anklang ge-

funden hat. Entweder muss unter Verzicht auf Wasserspülung der einfache, vielleicht noch mit einer mechanischen Verschlussklappe, wie er in Stuttgart häufig angetroffen wird, zu versehende Abortsitz beibehalten werden oder aber es muss ein Torfstreuklosett eingeführt werden. Die Hygiene wird kaum entscheiden können, ob Wasserspülung oder Torfstreuklosett besser ist. Beide haben ihre Vorzüge. Das Publikum ist aber für Wasserklosetts und dieselben erfreuen sich auch in Stuttgart einer steigenden Beliebtheit.

Was speziell die Güte des Fäkaltorfs betrifft, so müsste zunächst durch Versuche festgestellt werden, ob durch den Zusatz von Torf sich eine Elimination der in letzter Zeit vielfach erwähnten salpetersäurezerstörenden Bakterien erreichen lässt und ob nicht während der verhältnismässig langen Lagerung des Kompostes auf dem Kompostlagerplatz eine Verschlechterung der Stickstoffverhältnisse im Kompost eintreten wird.

Das Classensche Projekt ist allem nach wohl im Stande als Anhängsel an eine Kläranlage zur Lösung der Schlammfrage mitzuhelfen. Die lokalen Verhältnisse Stuttgarts aber sind derart, dass die Einführung des Classenschen Gedankens allein nicht in Frage kommen kann. Da wir ausserdem, wie wir beim Degenerschen Klärverfahren bereits gesehen haben und bei Besprechung des biologischen noch sehen werden, in diesen beiden Verfahren für Stuttgarter Verhältnisse brauchbare Klärverfahren haben, so kann, falls sich die Stadt zur Einführung des einen oder andern entschliessen sollte, die Menge von 300 cbm täglicher Fäkalabfuhr ohne weiteres in jenen Kläranlagen mit verarbeitet werden und die Errichtung einer Torffäkalfabrik wäre somit vollständig unnötig. Die Gründe, weshalb von einer Einführung des Classenschen Projektes abgeraten werden muss, sind demnach in den lokalen Verhältnissen und nicht in einer Minderwertigkeit des Verfahrens zu suchen.

Kapitel 6.

Allgemeines über biologische Kläranlagen.

Entgegen der Wirkungsweise der mechanischen und mechanisch-chemischen Kläranlagen sucht das biologische Prinzip die Klärung und Reinigung einer Flüssigkeit hauptsächlich auf Vorgänge zu verweisen, wie sie sich in der Natur vorfinden z. B. beim Verwesungsprozess. Die Thätigkeit bestimmter Arten von Bakterien, die durch ihr Wachstum und ihre Lebensthätigkeit den Nährboden, auf dem sie wachsen, verändern, so zwar, dass die höheren organischen stickstoffreichen Verbindungen zerlegt werden in ihre einfacheren chemischen Bestandteile, ist es, welche beim biologischen Verfahren hauptsächlich zur Anwendung gelangt. Das „biologische“ Klärverfahren stützt sich aber keineswegs auf biologische Prozesse allein, es gebraucht um vollständig wirken zu können, noch Vorgänge physikalisch-chemischer Natur. Insbesondere kommen zur Geltung noch die Filtration und Absorption. Gemäss der Zerstörung organischen fäulnisfähigen Materials enthält das gereinigte Abwasser alle die Komponenten wieder, aus denen sich die organische Substanz aufgebaut hat, mit dem Unterschied, dass in der Lagerung dieser Stoffe Veränderungen eingetreten sind, welche damit die Fähigkeit, sich weiter zu zersetzen, verloren haben. Es resultieren im abfliessenden Wasser die Endprodukte der

Fäulnis, deren Anwesenheit im Wasser Kunde davon giebt, dass dieser Verwesungsprozess stattgefunden hat, dass somit die Reinigung als beendet anzusehen ist.

Die Ähnlichkeit des biologischen Verfahrens mit dem Rieselfverfahren springt sofort in die Augen. In beiden Fällen vollzieht sich die Zerstörung der stickstoffhaltigen fäulnisfähigen Substanzen unter Mitwirkung von Bakterien, hier wie dort tritt eine absorbierende und filtrierende Wirkung des Filtermaterials auf, und hier wie dort erfolgt unter Sauerstoffzutritt eine Oxydierung der abfiltrierten und absorbierten Substanzen. Während nun aber beim Rieselfverfahren der letzte Prozess sich relativ langsam abspielt, wird beim biologischen Verfahren durch künstliche Steigerung der Sauerstoffzufuhr die Oxydation in dem Maasse beschleunigt, dass nach dem Verlauf der Ruhepause der Filter, d. h. der Zeit, in der der atmosphärische Sauerstoff einwirkt, und welche sich ungefähr auf 2—3 Stunden beschränkt, die Oxydation eine vollständige ist. Gemäss der Anpflanzung der Rieselfelder werden diese Stoffe den Pflanzen zu gute kommen, während das biologische Verfahren in wenig haushälterischer Weise diese Stoffe in den Fluss abgiebt. In England wird, um dem abzuhelpen, das in den biologischen Anlagen gereinigte Abwasser, das die Pflanzennährstoffe zum grössten Teil ja noch enthält, zu Rieselfzwecken verwendet und zwar mit sehr gutem Erfolg.

Über die ersten Anfänge des biologischen Verfahrens herrschen einige Meinungsverschiedenheiten. Alexander Müller wird von Schweder und Bruch für den Vater des biologischen Verfahrens erklärt, während Dunbar auf Grund eines Briefwechsels¹ mit Müller, sowie nach Durchsicht der Müllerschen Schriften die Sache in suspenso lässt. Sei dem wie ihm wolle. Thatsache ist, dass das biologische Verfahren der Natur abgelauscht ist und seit seinem Auftreten in England und Deutschland das grösste Aufsehen erregt hat. Man er-

¹ cfr. Briefwechsel zwischen Dunbar u. Müller: Gesdh. XXV. 1900. Seite 21—25.

hoffte von ihm eine vollständige Umwandlung der Städtekanalisation¹ und es war bei dieser vielleicht zu optimistischen Auffassung der Sachlage besonders das Verdienst der wissenschaftlichen Kommission, welche zur Prüfung des Schwederschen Verfahrens eingesetzt wurde, sowie des Professor Dunbar in Hamburg, das Verfahren einer wissenschaftlichen Prüfung unterzogen zu haben. Besonders der letztere hat durch zahlreiche Versuche die beim biologischen Verfahren sich abspielenden Prozesse unserem Verständnis näher gerückt. In England sind es die Namen Frankland, Dibdin, Thudichum sen. und jun., Cameron, die sich um die Förderung der Wissenschaft von den biologischen Kläranlagen verdient gemacht haben.

Beim biologischen Verfahren sind eine Reihe von Modifikationen möglich und gerade die Aufgabe lokaler Versuche muss es sein, unter diesen die jeweils günstigsten herauszusuchen. Zunächst giebt es Anlagen, die wie z. B. Hampton bei London, die rohe Jauche ohne weitere Vorbehandlung in die Filterbeete, oder wie Dunbar dafür sagt, Oxydationskörper, einlaufen lassen. Dieser Art, nach Dunbars Vorschlag Oxydationsverfahren genannt, steht eine andere gegenüber, die die Jauche erst nach Vorbehandlung durch Fäulnis auf die Filter strömen lässt. Dieses Verfahren, in England Septik Tank-, in Deutschland Faulkammerverfahren genannt, hat zwei Unterabteilungen, die der offenen und die der geschlossenen Faulräume. In England und Deutschland sind beide System in der Praxis im Gebrauch.

Während sich die eben gemachte Einteilung auf die Art der Vorbehandlung der Jauche bezieht, ermöglicht die Behandlung der Jauche in den Filtern eine weitere Einteilung. Hier unterscheidet man zunächst nach der Anzahl der Filter, welche die Jauche zu passieren hat, zwischen einfachem, doppeltem, dreifachem Verfahren. Ferner lässt sich ein Unterschied machen in der Art der Anordnung der Filter, so z. B. das Verfahren von Scott-Moncrieff, das die Filter

¹ Vergl. Schmidtman: Der gegenwärtige Stand der Städtekanalisation etc. Viertelj. für ger. Med. u. öff. Sanit. 1898. Suppl. Gastpar, Abwasserfrage. 5

über einander anordnet, dann das Candy Cank-System, das die Filter für kontinuierliche Filtration über das Niveau des umgebenden Terrains hinausführt und mit seitlichen Luftzuführungsöffnungen versieht.

Wie sich die Einwirkung des biologischen Verfahrens auf das Abwasser gestaltet, wurde bereits oben auseinander gesetzt. Nachzutragen ist noch, dass eine Vorreinigung nicht notwendig ist, dass aber, je gleichmässiger die Jauche ist, desto bessere Resultate erzielt werden.

Nennenswerte Mengen Schlamm häufen sich nicht an. Die Schlammfrage ist beim biologischen System aufs einfachste gelöst.

Kapitel 7.

Das Faulkammerverfahren (Septik Tank System).

In dem Faulraum wird die Jauche, ehe sie auf die Filter gelangt, durch Einwirkung von Spaltpilzen verändert, so zwar, dass die sich daran anschliessende Filtration in den Oxydationskörpern leichteres Spiel haben soll. Der Streit darüber, ob das Vorschalten eines Fäulraumes unbedingt notwendig ist, oder nicht, ist noch nicht entschieden und lässt sich meiner Meinung im allgemeinen auch nie entscheiden. Die lokalen Verhältnisse, insbesondere die Quantität und Qualität der Jauche geben hier den Ausschlag und so ist die Entscheidung stets von Fall zu Fall auf Grund eigener Versuche zu treffen. Gerade bei einem Verfahren, wie dem biologischen, das nicht mit Maschinen und Chemikalien von bekannter Wirkungsweise arbeitet, sondern auf Vorgänge angewiesen ist, die von äusseren Einwirkungen sehr leicht beeinflusst und deshalb unsicherer werden, kommt es darauf an, die jeweils lokalen Verhältnisse aufs eingehendste zu berücksichtigen, um spätere Misserfolge auszuschliessen. Meiner Meinung nach bestehen die beiden Verfahren der biologischen Klärung, das Faulkammerverfahren und das Oxydationsverfahren gleichwertig neben einander.

Es giebt nun aber verschiedene Verhältnisse, in denen das eine dem andern überlegen sein kann und ich möchte im folgenden noch darauf zurückkommen.

Der Faulraum, der einer Kläranlage vorgeschaltet ist, suchte ursprünglich unter strengem Abschluss der Luft (Schweder und Cameron) eine Fäulnis der Jauche herbeizuführen, eine unter dem Einfluss der verschiedensten Fäulnisbakterien vor sich gehende Zerlegung der organischen stickstoffhaltigen Substanz, wobei sich die dabei entstehenden Stoffe in Fettkörper, aromatische Verbindungen der Benzolreihe und anorganische Verbindungen einteilen lassen.

Hoppe-Seyler¹ hat nun den Nachweis erbracht, dass bei Sauerstoffzufuhr diese stinkende Fäulnis nicht eintritt; vielmehr wird bei genügender Sauerstoffzufuhr das Eiweiss vollständig zu Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und vielleicht auch Schwefelsäure oxydiert. Wenn in ruhenden, d. h. nicht in Bewegung versetzten eiweisshaltigen Mischungen bei Kontakt mit Luft oder Sauerstoff trotzdem die charakteristische Fäulnisspaltung zu Stande kommt, so ist die Ursache hiefür darin gelegen, dass der Sauerstoff in die tieferen Flüssigkeitsschichten gar nicht eindringt, daher bei letzteren genau dieselben Verhältnisse wie bei Luft- oder Sauerstoffabschluss gegeben sind.

Halten wir uns diese Punkte vor Augen, so ergibt sich, dass von dem geschlossenen Septik Tank Camerons und Schweders nur ein Schritt ist zu dem offenen Faulraum, wie er in Manchester, Sutton, Accrington etc. zu voller Zufriedenheit arbeitet. Dazu kommt noch der Umstand, dass sich das immer gleich hoch bleibende Niveau der offenen Faulbassins in Bälde mit einer mächtigen bis zu 30—40 cm dicken Kruste überzieht, unter der sich die Fäulnis natürlich ebenso ohne Sauerstoff vollzieht, wie bei künstlichem Abschluss. Sowohl im offenen, wie im geschlossenen Faulraum vollziehen sich demnach Vorgänge, wie z. B. in der Leiche im Sarg. Es sind dies hauptsächlich Reduktionsprozesse in-

¹ Hoppe-Seyler: Über die Einwirkung des Sauerstoffs auf Gährungen. Strassburg 1881. Zeitschr. für physiol. Chemie VIII.

folge des freiwerdenden Wasserstoffs. Zweifellos finden aber auch schon unter Sauerstoffabschluss gewisse Oxydationsvorgänge statt, neben Reduktionsvorgängen. So giebt Nenki¹ hierfür als Ursache an die Zerlegung des Wassers durch Bakterien in H und HO, von denen jenes reduziert, dieses oxydiert. Wir arbeiten auf diese Weise also auch im geschlossenen Faulraum nicht bloss mit Reduktionsprozessen, sondern ausserdem auch mit Oxydationsprozessen. Die König-schen² Untersuchungen des Abwassers von Exeter und Grosslichterfelde (Schweder) und von Sutton ergeben, wie aus nachstehenden Tabellen hervorgeht, thatsächlich eine Zunahme der Salpetersäure, also einen Oxydationsvorgang, schon nach Passage des Faulraums, ob er nun offen oder geschlossen ist.

Die Wirkung des Faulraums äussert sich hauptsächlich in einer Abnahme der stickstoffhaltigen org. Verbindungen und des Ammoniaks und in einer Zunahme der Salpetersäure. Oxydationsvorgänge finden demnach schon im Faulraum statt.

Betrachten wir an der Hand nachstehender Tabellen die Wirkungsweise des Faulraums weiter, so fällt in erster Linie die Abnahme der Schwebestoffe ins Auge. Es ist ferner ein ziemlicher Unterschied zwischen den organischen Schwebestoffen in den beiden englischen und der deutschen Anlage vorhanden, doch möchte ich, da die obigen Zahlen nur die Resultate einer einmaligen Untersuchung sind, keine vergleichenden Folgerungen daraus ziehen.

Die Frage der Schlammverzehrung im Faulraum wurde schon oben gestreift. Während ein Verschwinden körperlicher mineralischer Beimengungen wie Sand etc. nicht angenommen werden kann und auch nicht eintritt, hat sich darüber, ob organische Rückstände aufgelöst werden, eine

¹ Nenki: Journal für prakt. Chemie N. F. XVII. Seite 105.

² König: Zeitschrift für Unters. der Nahrungs- und Genussmittel 1898. Heft 2.

Schwebstoffe	Gelöste Stoffe		Zur Oxydat. erford., O		Stickstoff als			Schwefel- säure	Phos- phors.	Chlor	Kalk		
	org.	anorg.	org.	anorg.	sauer	alkal.	organ. Verb.						NH ₃
174,5	224,0	133,0	331,0	20,4	22,4	14,0	51,9	9,8	66,9	13,2	77,9	135,0	Jauche 1. Roh
53,5	67,5	124,0	290,0	17,0	19,6	3,9	32,9	14,0	58,0	7,7	81,4	105,0	
61,0	161,0	201,0	299,0	8,4	16,4	3,9	9,3	17,1	63,1	5,1	77,9	130,0	3. Gefäuftet u. filtriert.
336,0	201,0	234,0	579,0	40,0	44,8	9,3	100,1	11,4	100,8	25,6	70,8	225,0	Jauche 1. Roh.
57,5		175,0	632,0	26,8	25,6	5,5	35,0	19,2	82,3	10,2	77,9	205,0	2. Gefault.
13,5		224,0	624,0	11,2	14,6	3,9	4,7	23,8	125,5	4,5	74,3	220,0	3. Gefäuftet.
1129,0	281,0	759,0	861,0	30,8	36,0	29,6	76,2	7,8	26,8	32,0	240,0	240,0	Jauche 1. Roh.
177,5	72,5	253,0	605,0	42,4	43,2	12,4	91,8	11,8	26,1	32,0	221,3	110,0	2. Gefault.
114,0	43,0	231,0	637,0	36,8	42,0	14,0	90,1	14,8	37,7	27,7	221,3	105,0	3. Gefäuftet.
Spur.		325,0	1082,5	9,6	15,6	7,0	14,0	40,6	70,7	7,0	221,3	265,0	4. Oxydiert u. filtriert.

Gross-
lichter-
felde.

Sutton.

Exeter.

Meinungsverschiedenheit erhoben. Schmidtman¹ hat für die Schwedersche Anlage in Gross-Lichterfelde berechnet, dass die gefundene Schlammmenge thatsächlich dem Unrat entspreche, der während der Betriebszeit in die Anlage gekommen sei.

Schweder² ist dieser Auffassung auf Grund seiner Aufzeichnungen und Berechnungen entgegengetreten. Das gewichtigste Urteil, das sich ganz im Schwederschen Sinne ausspricht, ist wohl der Experts'-Report³ der Kommission von Manchester, deren Versuche sich ebenfalls über eine längere Zeit erstrecken und die ebenfalls versichert, dass es zu nennenswerten Schlammansammlungen nicht gekommen ist⁴. Zudem berichten Schmidtman und Proskauer, dass auf Jauchebehältern in Charlottenburg sich eine dicke Schlammkruste bilde und dies sei ein Beweis dafür, dass eine Auflösung des Schlammes nicht stattfinde. Dass dies aber doch stattfindet, beweisen die Fäulnisvorgänge in den Jauchebehältern, denn Fäulnis ist wie wir oben gesehen haben, nichts anders als die Überführung stickstoffhaltigen organischen Materials in die einfacheren Verbindungen Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelsäure. Es ist aber nicht einzusehen, warum die Fäulnis nicht sämtliche fäulnisfähigen Stoffe ergreifen sollte, ob sie nun als Schlamm oder als gelöste Stoffe sich vorfinden. Ausserdem wird die Schwimmschicht, die in den offenen Faulräumen Manchesters ja ebenfalls zur Beobachtung kam, selten dicker als 30–40 cm, was doch der Fall sein müsste, wenn absolut keine Schlammverzehrung eintreten würde. Frankland, Latham und Perkin schreiben wörtlich darüber in ihrem Bericht: The gas evolved

¹ Schmidtman, Proskauer u. a. Bericht über den Abbruch der Gross-Lichterfelder Versuchsanlage. Viertelj. f. ger. Med. und öff. San. 1900.

² Schweder: l. c.

³ Experts' Report: Seite 36.

⁴ Vergl. auch Dunbars Arbeiten.

has been shown to be largely composed of marsh gas, and the produktion of the latter is in itself testimony that the resolution of solid organic matter is going on. Es fragt sich bloss, ob diese Auflösung der festen organischen Stoffe so schnell vor sich geht, dass sich eine Verschlammung des Faulraums vermeiden lässt. Die Versuche sprechen alle dafür. Sowohl in Grosslichterfelde als im Rotherstift, sowohl in Exeter und Yeovil als auch in Manchester und Accrington hat sich gerade in diesem Punkt vollständige Gleichmässigkeit ergeben, dass nämlich von einem bestimmten Zeitpunkt an ein Zunehmen der Schlammkruste, resp. des Bodensatzes nicht mehr bemerklich ist, dass demnach von diesem Zeitpunkt an der Faulraum mit der Menge der zugeführten Schlammstoffe fertig wird. Es erscheint demnach nicht unwahrscheinlich, dass ein Faulraum sich ebenso einarbeiten muss, wie die Oxydationsfilter, die ebenfalls erst nach einer bestimmten Zeit die Höhe ihrer Leistungsfähigkeit erreichen. Ich glaube demnach zur Behauptung berechtigt zu sein, dass in den Faulräumen eine Schlammverzehrung stattfindet, welche so gross ist, dass es zu nennenswerten Schlammansammlungen nicht kommt.

Es ist nun selbstverständlich, dass der Faulraum nicht als Sandfang wirken soll, wodurch Störungen durch Ausräumen des abgelagerten Sandes nicht vermieden würden. Der Sandfang, vor dem Faulraum angebracht, wird wesentlich dazu beitragen, den Faulraum von den anorganischen Schwebestoffen zu entlasten. Es ist Thatsache, dass bei dieser Art der Anordnung ein Ausräumen des Faulraums überflüssig wird, wie die Versuche in Exeter ergeben haben. Der Sandfang muss natürlich von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Exeter hat kein Trennsystem, weshalb auch in Exeter ein an sandiger Beimischung reiches Abwasser erhalten wird.

Das aus dem Faulraum zum Abfluss gelangende Wasser zeichnet sich durch ziemliche Gleichmässigkeit aus. Seine Farbe ist schwarzgrau. Grössere oder kleinere Schwimstoffe sind nicht mehr sichtbar. Analysen s. o.

Die bisherigen Angaben demonstrieren die Wirkung des Faulraums auf Jauche und Schlamm. Für den ungestörten Betrieb einer Faulkammeranlage ist nun folgender Umstand noch von grosser Bedeutung. Wir haben gesehen, dass die Jauche quantitative und qualitative stündliche Unterschiede zeigt. Der Faulraum, dessen Grössenverhältnisse so bemessen sein sollten, dass er etwas mehr als die durchschnittliche Tagesportion fassen kann, gleicht diese Verschiedenheit aus. Er lässt gleichmässig, Stunde für Stunde ein bestimmtes Wasserquantum austreten, ausserdem übt er auch auf die Qualität einen Einfluss aus insofern, als während der 24 Stunden, die die Jauche im Faulraum verweilt, eine Durchmischung eintritt. Und dass eben die Gleichmässigkeit der Jauche für den Kläreffekt von grosser Bedeutung ist, steht fest, so zwar, dass man in England und neuerdings auch in Deutschland dem Trennsystem, welches diese Gleichmässigkeit der Jauche gewährleistet, grosse Aufmerksamkeit entgegenbringt.

Die Wirkung des Faulraums auf die Oxydationsfilter ist eine wesentlich entlastende.*) Wir werden noch sehen, dass der Betrieb einer Kläranlage ohne Faulraum je nach Beschaffenheit der Jauche mehr oder weniger Anlass zur umfangreichen Bearbeitung der Filteroberfläche mit Schaufel und Hacke führt, um der drohenden Verschlickung der Filteroberfläche vorzubeugen. Es fällt diese Gefahr beim Faul-

*) Anmerkung: An dieser Stelle wäre auch die neueste Schrift Dunbars zu erwähnen, welche im allgemeinen eine Zusammenstellung seiner bisherigen Veröffentlichungen ist, speziell aber auch auf die Frage: „Faulraum oder nicht“ eingeht. Es ist leider bei der geringen Ausdehnung der Eppendorfer Anlage unmöglich, den Schlussfolgerungen Dunbars betr. der geringeren Wirksamkeit des Faulraumverfahrens gegenüber dem Oxydationsverfahren ohne weiteres zuzustimmen. Dunbars Resultate treffen eben nur auf seine Anlage zu, die namentlich eine notwendige Voraussetzung des guten Effektes der Faulräume ausser Acht lassen musste, ich meine das Stagnieren der Flüssigkeit im Faulraum. Nach Dunbars Bericht wurde der Faulraum täglich zwei mal zu gut $\frac{1}{3}$ entleert und damit die volle Wirksamkeit des Faulraums beeinträchtigt. Ein

kammerverfahren weg. Ein den Reinigungsprozess hemmender Einfluss könnte nur darin erblickt werden, wenn auf dasselbe Oxydationsfilter abwechslungsweise Wasser aus dem Faulraum und ungefaultes Abwasser aufgelassen würde, was aber in praxi kaum denkbar ist. Dass aber sonst eine störende Beeinflussung der Filter durch den Faulraum möglich wäre, ist nicht anzunehmen. Es wurde schon die Befürchtung ausgesprochen, die im Faulraum vor sich gehenden Reduktionsprozesse und die im Filter sich abspielenden Oxydationsprozesse arbeiten sich entgegen. Diese Befürchtung wurde durch die Praxis widerlegt. Gerade in der Gruppe der stickstoffhaltigen organischen Substanz, auf deren Zerstörung es uns hauptsächlich ankommt, finden neben Reduktionsprozessen auch Oxydationsprozesse schon in den Faulräumen statt.

In der Praxis erweist sich der Faulraum dann als praktisch, wenn grosse Tagesschwankungen der Jauche in quantitativer und qualitativer Beziehung auftreten, ferner bei kurzen Rohrleitungen und bei geringem Gefälle¹, wenn das Terrain die Anlage der Filter hintereinander nicht gestattet. Entbehrlich wird er beim Trennsystem und bei langen Rohrleitungen, die selbst schon nach Art des Faulraumes wirken

Haupterfordernis für einen wirkungsvollen Betrieb des Faulraums ist aber eben das Gleichbleiben des Niveaus. Bei den plötzlichen zweimaligen Entleerungen wurde wohl eine Menge Schlamm, eine Menge unzersetzter Stoffe mitgerissen, welche nun ihrerseits die Oxydationsfilter wieder belasteten. In der Praxis wird aber gerade auf das allmähliche Abfließen der Flüssigkeit ein grosser Wert gelegt und zwar entspringen die Ablaufröhren aus der Wasserschicht, welche zwischen Schwimmdecke und Bodensatz liegt, welche also ein gewissermassen sedimentiertes Wasser enthält und welche demgemäss auch die Oxydationsfilter weniger belasten wird. Weder in Manchester und Sutton, noch in Exeter und Yeovil finden derartige ruckweise Entleerungen des Faulraums statt und ich glaube, dass gerade dieser Umstand Dunbar zu seinen ungünstigen Resultaten geführt hat.

¹ Thudichum: Bericht im Gesundheits-Ingenieur 1899. No. 8. Seite 140.

können. Zwischen geschlossenem und offenem Faulraum besteht kein Unterschied. Beim geschlossenen Faulraum hat man die Möglichkeit der Verwendung des Gases (Exeter), beim offenen spart man die Gewölbekosten. Der geschlossene steht nicht unter dem Einfluss der Umgebung, ist unabhängig vom Witterungswechsel, der offene hat den Beweis erbracht, dass er ebenfalls diesen Ansprüchen genügt, wenigstens im gleichmässigen Klima Englands. Der geschlossene Faulraum ist von seiner Umgebung auch insofern abgeschlossen, als er weder zu Geruchbelästigung noch zu Krankheitsübertragung Veranlassung giebt. Es ist dies der einzige Vorteil vor dem offenen. Die Bedeutung des Schlammes für die Entwicklung aller möglichen Lebewesen, insbesondere von Larven von Fliegen ist nicht zu unterschätzen. Die Stechfliegen beanspruchen unser Interesse mit Beziehung auf Malaria. Warum also in einer Zeit, in der zur Ausrottung der Sümpfe alles gethan wird, künstliche Sümpfe in der Nähe von Städten anlegen? Der abgeschlossene Faulraum lässt Lebewesen, wie Fliegen, Maden etc. gar nicht aufkommen. Diese Abgeschlossenheit erscheint demnach vom hygienischen Standpunkt aus erstrebenswert, wenn auch vielleicht mit grossen Kosten verknüpft. Der angebliche Nachteil des Gasdruckes, der auf den Zufluss der Jauche hemmend einwirken müsste, ist kein so grosser, dass er sich nicht durch Anbringung eines Ventils regulieren resp. aufheben lassen könnte.

Von eminent praktischer Bedeutung in der ganzen Frage des Faulkammerverfahrens sind die Untersuchungsergebnisse in Manchester, welche durch die dreigliedrige Kommission Latham, Perkin und Frankland festgestellt und in dem Experts' Report on treatment of Manchester Sewage 30th Okt. 1899 veröffentlicht wurden. Verschiedene Auszüge sind bereits in deutsche Journale übergegangen. Eine ausführliche Wiedergabe an dieser Stelle verbietet sich, doch möge eine kurze Angabe der Ergebnisse Platz finden.

Es handelt sich für Manchester darum, die Wirkungsweise der drei Arten von biologischer Reinigung, der in ge-

schlossenen, der in offenen Faulräumen und der beim einfachen Oxydationsverfahren zu Stande kommenden Reinigungsgrade kennen zu lernen und zu erfahren, welches Verfahren für Manchester speziell das beste ist. Wenn es sich auch herausgestellt hat, dass fast alle drei Verfahren gleich gute Wirkung haben, so hat sich die Kommission in Manchester für Einführung von offenen Faulräumen ausgesprochen. Die Schlussätze lauten in wörtlicher Übersetzung folgendermassen¹:

„Nach reiflicher Erwägung sämtlicher, insbesondere auch der durch die Experimente festgestellten Thatsachen, kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Die Reinigung der Abwässer nach dem Bakterien-system ist für Manchester die beste Methode.

2. Alle Zweifel, welche im ersten Augenblick betreffs ihrer Verwendbarkeit aufgestiegen sind, da das Abwasser von Manchester durch Fabrikabwässer stark verunreinigt ist, wurden durch die überzeugenden Resultate unserer experimentellen Untersuchung vollständig gehoben.

Die erhaltenen Resultate haben im ganzen unsere Erwartungen bezw. der Möglichkeit der Reinigung von Fabrikabwässern weit übertroffen, weil es ein hergebrachter Glaube war, dass sich bei einer derartigen Flüssigkeit nur ein höchst geringer Grad von Nitrifikation erreichen lasse.

3. Insofern die Reinigung bei einem einmaligen Passieren des Bakterienbeets (Oxydationsfilter) nur einen beschränkten Grad erreichen kann, erscheint es, um die Reinigung noch weiter durchzuführen, notwendig, den Abfluss auf ein zweites Beet zu leiten, wodurch ein noch höherer Reinheitsgrad erzielt werden kann. So ist nun überhaupt das Passieren mehrerer Bakterienbeete notwendig, um einen hohen Reinheitsgrad zu erzielen. Man kann im allgemeinen sagen, dass beim Passieren des ersten Beets 50% der gelösten Stoffe entfernt

¹ Experts' Rep. Seite 53: „Conclusions and recommendations“.

werden, dass beim Passieren des zweiten Beets wieder 50% der noch übrig gebliebenen Stoffe entfernt werden u. s. w.

4. Zur Entfaltung der vollen Reinigungskraft braucht ein Bakterienbeet:

- a) genügend häufige und lange Ruhepausen;
- b) vorherige, möglichste Entfernung aller suspendierten Stoffe aus dem Abwasser;
- c) möglichst gleichmässigen Charakter des Abwassers.

5. Diese Bedingungen werden erreicht durch das Durchleiten des Abwassers nach seiner Ankunft in der Anlage durch ein ausreichendes System von Rechen, Sandfängen und Becken. Ein derartiges Arrangement hat den weiteren wichtigen Vorzug, die Entwicklung der anaëroben Faulprozesse herbeizuführen, welche die im Abwasser befindlichen suspendierten Stoffe organischen Ursprungs auflösen in gasige und lösliche Produkte. Ein grosser Teil des Schlammes, welcher sich sonst ansammeln würde und dessen Entfernung die Quelle mancher Schwierigkeit und Geldausgabe ist, wird auf diese Weise vernichtet. Die oben erwähnten anaëroben Faulvorgänge finden thatsächlich im offenen, wie im geschlossenen Faulraum statt.

6. Noch nach dreimonatlichem Betrieb war die Aufnahmefähigkeit des Bakterienbeets dieselbe, wie am Anfang. Die Aufnahmefähigkeit berechnet man am besten auf den leeren Tank, durch Feststellung der Linie, mit welcher die Oberfläche des späteren Füllmaterials abschneidet. Die Wasseraufnahmefähigkeit der Filter, welche auf dieser Grundlage gefunden wurde, macht in runder Ziffer $\frac{1}{3}$ des Gesamtinhalts des leeren Tanks aus.

7. Was die Menge Abwasser betrifft, welche in einem bestimmten Beet ohne Gefahr der Überlastung gereinigt werden kann, so haben unsere Versuche mit prolongiertem Verfahren ergeben, dass jedes Beet viermal in 24 Stunden gefüllt werden kann, vorausgesetzt, dass das Abwasser einer vorhergehenden Reinigung durch Absitzenlassen und Vorfaulen

in Tanks unterzogen wurde und dass jedem Beet wöchentlich ein Tag Rast gegeben wird. Für den Fall, dass ein Beet ungebührlich überlastet wurde, ist seine Wirksamkeit nur für wenige Tage herabgesetzt und kann durch einige Tage Ruhe wieder hergestellt werden.

8. Abwasser bei Regenfällen kann, wie wir gezeigt haben, genügend geklärt werden durch ein beschleunigtes Bakterienverfahren, welches nach genügender Verdünnung des Abwassers beginnen kann. Da jedoch zwei Stunden nach Beginn heftigen Regens eine Veränderung in der Konzentration des Abwassers noch nicht bemerkt wurde, so erscheint es hauptsächlich notwendig, für Unterbringung resp. besondere Behandlung der ersten Wassermenge besorgt zu sein.

9. Unsere Experimente zeigen, dass das Bakteriensystem bei der Behandlung der Abwässer in allen Jahreszeiten zur Wirkung kommt, da die Temperatur des Abwassers genügend hoch ist, um jede Verstopfung der Filter durch Eisbildung hintanzuhalten und ebenso um die notwendige Lebensfähigkeit der Bakterien auch während des kältesten Wetters aufrecht zu erhalten.“

Auf Grund dieser Erfahrungen gelangten Latham, Perkin und Frankland zu dem Antrag, für Manchester mit seinen 600 000 Einwohnern das biologische Abwasserreinigungsverfahren einzurichten. Dieser Antrag erlangte Gültigkeit und Manchester bekommt nun in allernächster Zeit eine biologische Kläranlage mit offenen Faulräumen und zwei Reihen von Oxydationsfiltern. Ich konnte mich an Ort und Stelle von dem rüstigen Fortschreiten der Arbeit überzeugen, die hauptsächlich in der Umwandlung der früher zur mechanisch-chemischen Klärung benötigten Becken zu Faulräumen und Oxydationsfiltern besteht. Die Anlage ist von riesenhaften Dimensionen: 60 acres = ca. 24 ha.

Was bedeuten solchen Werken gegenüber die Stimmen derjenigen, welche das biologische Verfahren als noch im Versuchsstadium befindlich hinstellen möchten? Sie vergessen, dass unter den vielen Modifikationen, welche das biologische

Verfahren zulässt, eben das jeweils günstigste herausprobiert werden muss. Sie identifizieren diese lokalen Versuche mit solchen, welche überhaupt über den Wert des biologischen Verfahrens erst noch Klarheit zu schaffen hätten.

Zur Erforschung der Wirkungsweise der biologischen Anlagen nach Faulkammersystem hat in England besonders die Anlage in Exeter beigetragen. Wenn auch eine Beschreibung derselben schon mehrfach gegeben wurde (Brix, Bruch), so erscheint doch eine kurze Rekapitulation an diesem Platz auf Grund eigener Wahrnehmung nicht zwecklos.

Die Anlage in Exeter, erbaut von Cameron, Commin und Martin ist der Ausgangspunkt für eine Reihe von ähnlichen Anlagen geworden, ich nenne nur Yeovil, Manchester und Leeds. Manchester hat sich für das offene Faulkammersystem entschieden, des Kostenpunkts halber, Leeds schwankt noch, während Yeovil und Exeter auf Grund der Versuche dabei sind, das geschlossene Verfahren auf ihre gesamten Abwässer auszudehnen.

Die Kläranlage befindet sich zu Belle Isle bei Exeter, direkt am Ufer der Exe und reinigt das Abwasser des St. Leonhard-Stadtteils von Exeter, in der durchschnittlichen Menge von 2500 hl pro die. Beim Betreten der Anlage fällt vor allem der mit Gras überwachsene Faulraum auf, gekrönt von einer Gaslaterne mit Auerbrennern. Der Faulraum fasst etwas mehr als das Tagesquantum bei gewöhnlichem Wetter, etwa 2500 hl. Maasse: 21 m lang, $5\frac{1}{2}$ m breit, $2\frac{1}{4}$ m tief. Das Abwasser (Schwemmsystem, nicht Trennsystem) gelangt durch eigenes Gefälle in die Anlage und tritt zunächst in Sandfänge ein. Von hier aus gelangt es durch Knieröhren in den eigentlichen Faulraum, in dem es etwa 24 Stunden verweilt, um dann am andern Ende ebenfalls durch Knieröhren auszutreten. Der Durchfluss erfolgt kontinuierlich. Die Knieröhren tauchen in das relativ reine, zwischen Oberflächenschlammschicht und Bodensatz befindliche Wasser. Auf diese Weise wird das Mitreissen größerer Schlammartikel vermieden. Ein nennenswerter

Schlammabsatz hat sich in den drei Jahren des Betriebs nicht gebildet. — Vom Faulraum gelangt die Flüssigkeit zunächst in den Aerator, eine Kammer in der eine Lüftung der Jauche erreicht werden soll und fließt dann in den Verteilungsraum, in dem eine sinnreiche Konstruktion den Zufluss zu den einzelnen Filtern regelt.

Die Filter, 5 an der Zahl, sind etwa 1,5 m tief und halten 106 cbm, von diesen entfällt $\frac{2}{3}$ auf das Filtermaterial, so dass für die jedesmalige Füllung ein Raum von 35 cbm übrig bleibt. Das Filtermaterial besteht aus Feinkoks und Schlacken. Der Betrieb der Filter erfolgt nun derart, dass während ein Filter vollläuft, eines leerläuft, eines vollsteht und zwei leerstehen. Auf diese Weise ist die Möglichkeit geboten, die Absorptionswirkung bei gefülltem Filter voll zur Geltung kommen zu lassen und ausserdem dem leerstehenden genügend Zeit zur Oxydation der zurückgehaltenen Stoffe zu geben. Der ganze Vorgang vollzieht sich automatisch und ist gerade diese Emanzipation von Menschenhilfe ein wichtiger Faktor bei der Kostenberechnung. Eine Störung des Betriebs durch Meteorwasser hat sich bis jetzt noch nicht ergeben, trotz zeitweise starker Regenfälle; auch sonst sind Störungen bis jetzt noch nicht bemerkt worden.

Der Filterabfluss fließt direkt in die Exe; sowohl im Abführungsgraben als an der Mündung desselben in den Fluss waren Verunreinigungen nicht mehr wahrnehmbar. Grüne Algen gedeihen im Abwasser vorzüglich. Der erste Ausfluss aus dem Filter ist etwas unreiner, als das später ausströmende Wasser. Eine Verunreinigung findet ferner noch statt durch das Wasser in der Verteilungskammer; das sind Missstände, die sich bei der Neuanlage vermeiden lassen können. Die Verunreinigung ist so unbedeutend, dass weder Gesicht noch Geruch noch Geschmack sie nachweisen können.

Pearmain¹ hat die Jauche während einer Reihe von Tagen in verschiedenen Phasen analysiert und fand folgendes:

¹ Pearmain u. Moor. Die Reinigung der Abwässer durch den Fäulnisprozess 1899. London. Seite 9.

	Gesamte feste Best.	Anorg.	Org.	Chlor	Härte	Nitrite	Nitrate	Salpetersäure	Album. Ammoniak	Absorb. Sauerstoff
Rohe Jauche	81,4	40,4	41,3	8,6	11,4	—	—	6,3	1,05	6,1
pro 100,000 Gefaulte	53,8	35,0	18,7	6,5	12,8	—	—	4,03	0,67	2,0
Filtrierte	45,0	35,7	9,4	6,4	14,4	—	1,3	1,65	0,15	0,47

Ein direkter Vergleich der englischen Zahlen mit denen von König ist wegen Verschiedenheit der englischen Rechnungsweise nicht möglich. Es ergibt sich aber auch ohnedies eine Abnahme der Sauerstoffabsorption um das elffache, auch nimmt das „Albuminammoniak“ der englischen Chemiker ab, ebenfalls um das zehnfache. Bemerkenswert ist zudem die Abnahme der festen organischen Bestandteile.

Verschiedene Beobachter gelangten bei der Feststellung des prozentuellen Reinigungsgrades, wie er sich nach der Ausscheidung organischen Ammoniaks und oxydierbarer Stoffe beurteilt darstellt, zu folgenden Resultaten:

	Abnahme von	
	Album. Ammon.	Oxydierb. Stoffe
Dibdin u. Thudichum	63,2 %	80,9 %
Dupré (org. Stickstoff)	84,9 „	88,3 „
Pearmain u. Moor	80,0 „	90,0 „
Perkin	64,4 „	78,7 „
Rideal	77,0 „	82,0 „

Nach demselben Prinzip wie die Anlagen in Exeter, Yeovil, Leeds etc. arbeitete die Anlage Schweders in Grosslichterfelde, die jetzt abgebrochen ist. (Eine ähnliche besteht jetzt im Rotherstift.)

Die Schwedersche Anlage und ihre Einrichtung ist wohl allgemein bekannt. Sie besteht aus Sandfang, Faulraum und Gastpar, Abwasserfrage.

Exeter Sewage Disposal.

Sketch Plan of the Septic Tank Plant at Belleisle for dealing with Sewage of St. Leonard's.

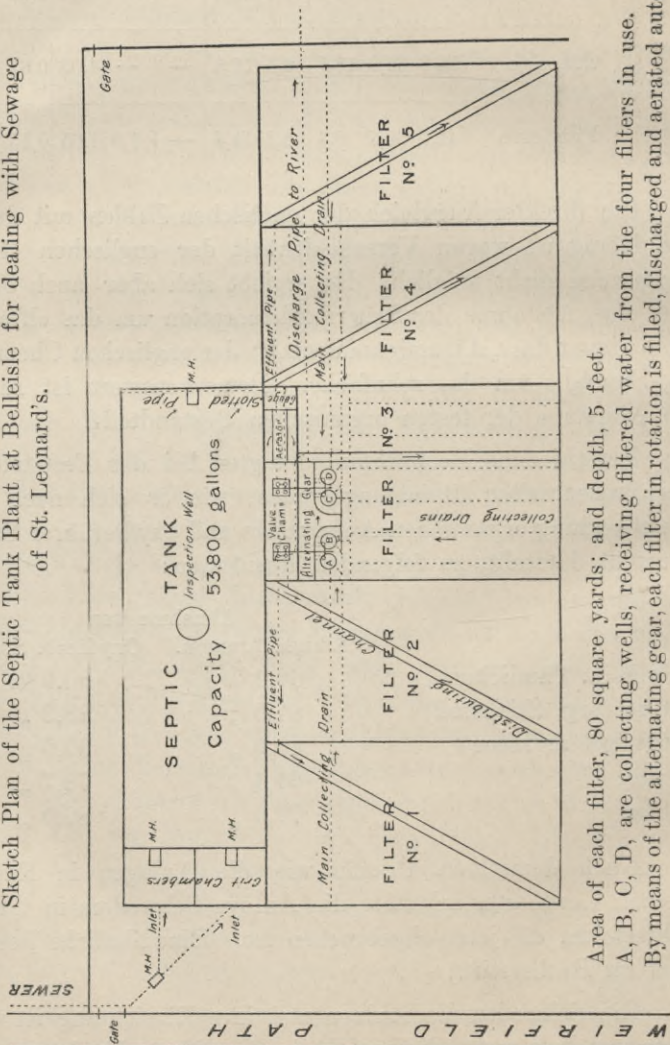


Fig. 6.

Area of each filter, 80 square yards; and depth, 5 feet.

A, B, C, D, are collecting wells, receiving filtered water from the four filters in use. By means of the alternating gear, each filter in rotation is filled, discharged and aerated automatically.

Cameron, Commin & Martin, Engineers, 7 & 8, Bedford Circus, Exeter, and 25, Victoria Street, Westminster, S. W.

den Filtern. Ursprünglich war zwischen den beiden letzteren ein Aerator eingeschaltet, der aber später aufgegeben wurde.

Interessant ist sie neben ihren Resultaten auch besonders wegen des Streites, der sich bei Beurteilung der Schlammfrage zwischen den Mitgliedern der Kommission und Schweder entspann.

Ihre Wirkungsweise ist ganz analog der Anlage von Exeter. Im geschlossenen Faulraum bleibt das Abwasser 24 Stunden und verteilt sich dann je nach Bedarf auf eines der vier Oxydationsfilter.

Um aus dem hier ausfliessenden Wasser die letzte Spur Ammoniak zu verdrängen und in Salpetersäure überzuführen, baute Schweder¹ noch einen sekundären Filterkörper, bei dessen Betrieb er zu dem interessanten Resultat kam, dass das aus den ersten Filtern abfliessende Wasser im sekundären Körper nur dann seinen geringen Gehalt an Ammoniak vollends einbüsste, wenn er ihm eine geringe Quantität (8 ltr. pro Füllung) gefaulter Jauche aus dem Faulraum zusetzte. Schweder erklärt sich diese Erscheinung dadurch, dass durch den Zusatz von 8 ltr. zu 8 cbm dem Wasser diejenigen Mikroben zugesetzt wurden, welche die Oxydation bewirkten, während dieselbe, solange die Mikroben fehlten, nicht stattfinden konnte. Ob diese Anschauung richtig ist, erscheint mir etwas fraglich. Nach meiner Ansicht handelt es sich lediglich um einen chemischen Prozess, in dem für die Einwirkung des Sauerstoffs eine breitere Angriffsbasis gewonnen wird. Bei der umfangreicheren Oxydation wird dann der kleine Rest Ammoniak eher mitgerissen, als bei einer nur schwach verlaufenden. Es kommt weniger auf den Zusatz von oxydierenden Bakterien an, als darauf, die Ammoniakmenge wieder etwas zu vergrössern.

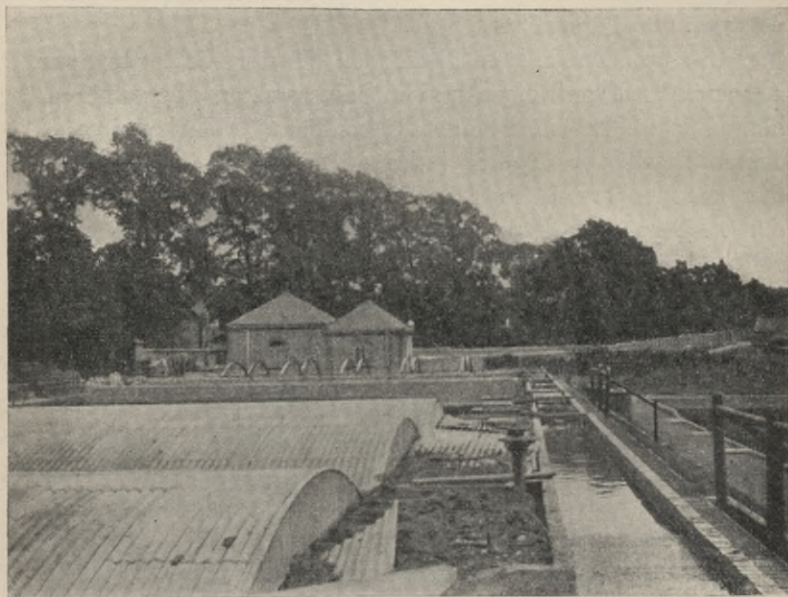
Die offenen Faulräume sind ausser in Manchester noch in Sutton vertreten, wo sie mit einem Wellblechdach abgedeckt sind, das jedoch die Luft ungestört zirkulieren lässt.

¹ Schweder, l. c. „Gesundheit“ 1899.

Auch in Sutton lässt sich, wie in Manchester die Bildung einer kompakten Schwimmkruste beobachten, wodurch der offene Faulraum von selbst zum geschlossenen wird.

Die Anlage in Sutton arbeitet mit Faulraum, einer doppelten Filterung durch Oxydationskörper und einer schliesslichen Berieselung. (Angepflanzt wird Pfefferminzkraut zur

Fig. 7.



Sutton. Faulräume u. Verteilungsgräben.

Gewinnung von Pfefferminzöl.) Die Stadt Sutton hat 18000 Einwohner und unterzieht ihr gesamtes Abwasser in der Höhe von 500 000 Gallons = ca. 2200 cbm pro die in Septik Tanks von 33 ft Länge, 55 ft Breite und 6 ft Tiefe einem Vorfaulungsprozess (cfr. die Königschen Analysen). Vom Septik Tank gelangt die Jauche nacheinander in zwei Filter und dann auf die Rieselwiesen. Das Filtermaterial besteht aus

gebranntem Thon, das der ersten Filterreihe aus grobem, das der zweiten aus feinem Material. Der äussere Eindruck des abfliessenden Wassers ist ein vorzüglicher. Keine Trübung, kein Geruch wahrnehmbar. Jedes Filter erhält nach einer Füllung eine Ruhepause von drei Stunden. Ein besonderer Tag in der Woche wird nicht freigegeben; die Filter arbeiten

Fig. 8.



Sutton. Innere Konstruktion eines Faulraumes
(Wellblechdach fehlt noch).

seit sieben Jahren mit demselben Material. Die Anlage wird zur Zeit ziemlich erweitert.

Sutton ist bekannt durch die Versuche Dibdin und Thudichums. Dieselben sind bei Bruch näher beschrieben. Besonders einfach gestaltet sich in Sutton die Herstellung der Oxydationsfilter. Der thonige Boden wird ausgestochen und

in die so entstandene Grube das inzwischen gebrannte ausgestochene Material eingefüllt. Nach Thudichum kostet der auf diese Weise hergestellte Quadratmeter Filterfläche Mk. 3.66.

Leider besitzen wir über das Verhalten des Faulkammerverfahrens gegenüber den Keimen von Typhus und Cholera noch keine bakteriologischen Erfahrungen. Solange einwand-

Fig. 9.



Sutton. Blick auf die Oxydationsfilter II. und III. Ordnung.

freie Resultate in dieser Beziehung fehlen, wird man gut daran thun, das Abwasser nach dem Passieren der Filter in Epidemienzeiten ebenso zu desinfizieren, wie es bei dem Kohlebreiverfahren der Fall ist.

Wie aus dieser gedrängten Übersicht hervorgeht, ist das Faulkammersystem vollständig in der Lage, Abwasser aus Städten und Fabriken zu reinigen und zwar so, dass eine

Verunreinigung des aufnehmenden Wasserlaufs auch in Zeiten geringen Wasserstandes nicht zu befürchten ist. Allerdings gestaltet es sich, namentlich in grösseren Verhältnissen, entsprechend den Betonier- und Gewölbearbeiten, sowie den evtl. hohen Kosten der Grundstückerwerbung nicht gerade billig, dagegen ist es in seiner Bedienung höchst einfach und stellt namentlich an die Zahl der Angestellten die geringsten Anforderungen. Wie es sich mit seiner Anwendbarkeit auf Stuttgarter Verhältnisse verhält, werden wir am Schlusse sehen.

Kapitel 8.

Das Oxydationsverfahren.

Als Oxydationsverfahren bezeichnet Dunbar diejenige Modifikation des biologischen Verfahrens, bei welchem die zu reinigende Jauche ohne weitere Vorbehandlung direkt auf die Oxydationsfilter gebracht wird. Es stellt demnach lediglich den zweiten Teil des Faulkammerverfahrens dar und der Verzicht auf den Faulraum hat sich in der Praxis unter gewissen Verhältnissen als eine Ersparnis erwiesen. Wie wichtig die Erforschung gerade dieses Verfahrens ist, geht daraus hervor, dass durch dieses Verfahren die ganze immerhin kostspielige Anlage des Faulraums entbehrlich würde. Ob aber das Verfahren gerade für grössere Städte und Wassermengen sich als brauchbar erweist, ist bis jetzt noch nicht festgestellt.

Die Theorie dieses Verfahrens ist die, dass durch Filtrations- und Absorptionsvorgänge die festen und gelösten organischen Substanzen im Oxydationskörper (Filter) zurückgehalten werden und nach Ablassen des auf diese Weise gereinigten Wassers von dem Sauerstoff der nachfolgenden Luft unter Mitwirkung von Bakterien zerlegt resp. oxydiert werden.

Dunbar schreibt darüber: Bei dem Oxydationsverfahren werden die gelösten organischen Substanzen zum grössten

Teil durch Absorptionswirkungen aus den Abwässern ausgeschieden. Der in Bezug auf Herabsetzung der gelösten organischen Substanz zu erzielende Reinheitsgrad der Abwässer ist also in erster Linie abhängig von dem Absorptionsvermögen des Oxydationskörpers. Dieses wächst im Laufe der Zeit in jedem Oxydationskörper, der täglich ein- oder mehrere Male mit Abwässern beschickt wird. Das Anwachsen der Wirksamkeit wird hauptsächlich bedingt durch die Anhäufung organischer Substanzen von hohem Absorptionsvermögen. Es erfolgt jedoch bei verschiedenartigen Oxydationskörpern in verschiedener Weise und ist deshalb auch abhängig von der Beschaffenheit des Oxydationskörpers selbst. Die fäulnisfähigen Substanzen, welche sei es durch Filterung, sei es durch Absorptionsvorgänge in dem Oxydationskörper zurückgehalten sind, verfallen Verwesungsprozessen, welche um so energischer ausfallen, je mehr bakterienhaltige, zersetzungsfähige Substanzen angehäuft werden und je leichter der Zutritt atmosphärischen Sauerstoffs erfolgen kann.

Materialien, welche gelöste organische Substanzen absorbieren, absorbieren in der Regel auch Sauerstoff mit gleich grosser Energie. In Folge dessen eignen sich diese absorbierenden Materialien nicht nur zum Festhalten der fäulnisfähigen Substanzen, sondern sie ermöglichen auch eine schnelle Zersetzung derselben. Erfolgt diese Zersetzung der fäulnisfähigen Substanzen nicht, so wird die Absorptionskraft des Oxydationskörpers bald erschöpft. Diejenigen Prozesse, welche eine Regenerierung des Oxydationskörpers bewirken, entwickeln sich um so energischer, je intensiver der Oxydationskörper in Anspruch genommen wurde.

Die Absorptionskräfte kommen umsomehr zur Geltung, je grösser die Oberflächenentfaltung des Oxydationskörpers ist. Feinkörnige Materialien absorbieren deshalb besser, als grobkörnige von sonst gleicher Struktur und Zusammensetzung. Aber ihr Fassungsvermögen ist geringer als dasjenige grobkörniger Materialien, bei denen die einzelnen Körner und deshalb auch die Poren und Gänge grösser sind. Oxydations-

körper, welche den grössten Reinigungserfolg in qualitativer Beziehung gewährleisten, stehen deshalb in ihren quantitativen Leistungen zurück hinter denen, die einen geringeren Reinheitsgrad der Abwässer bewirken. Dieser Satz gilt nur für Materialien von gleicher chemischer Zusammensetzung und von gleicher Struktur. Auf Materialien von verschiedener Struktur und chemischer Zusammensetzung ist er nicht direkt anwendbar. Durch eisenhaltigen Kies z. B. erfahren die Abwässer eine intensivere Reinigung, als durch eisenfreien Kies von gleicher Korngrösse und gleichem Porenvolumen. Durch Kokes wird ein grösserer Reinigungserfolg erzielt, als durch Bimsstein oder eisenfreien Kies von gleichem bezw. geringerem Porenvolumen.

Wie aus diesen Ausführungen Dunbars hervorgeht, wird die Reinigung des Abwassers lediglich durch Filtrations- und Absorptionsvorgänge erklärt; die nachherige Zersetzung des zurückbehaltenen Materials durch Bakterien und die Oxydation, die Zerstörung der fäulnisfähigen Substanz findet also miteinander in den Poren des Oxydationsfilters resp. auf dessen Oberfläche statt. Das Oxydationsverfahren arbeitet demnach ebenso wie das Faulkammverfahren mit Momenten, welche das Filtermaterial in Anspruch nehmen. Bei welchem der beiden Verfahren diese Inanspruchnahme in höherer Weise erfolgt, bei welchem demnach ein früherer Ersatz notwendig wird, ist noch nicht festgestellt.

Es ist gerade wegen dieser gesteigerten Ansprüche von grosser Wichtigkeit, Anhaltspunkte darüber zu erhalten, welche Anforderungen an das Material gestellt werden können, ohne dasselbe durch Verschlammung resp. allzu grosse Verminderung der Aufnahmefähigkeit in seiner Wirksamkeit herabzusetzen.

Die beiden Versuche, welche in dieser Beziehung angestellt sind und über welche eingehende Veröffentlichungen vorliegen, wurden in Manchester (Latham, Perkin, Frankland) und Hamburg-Eppendorf (Dunbar) angestellt.

Die Ergebnisse von Manchester laufen darauf hinaus:

1. die anfängliche Aufnahmefähigkeit eines Kontaktbeets (Oxydationskörper) wird thatsächlich nicht beeinflusst von der Art des Filtermaterials,

2. eine rapide Abnahme der Aufnahmefähigkeit während der ersten Arbeitszeit tritt ein,

3. die Filter erlangen nach einer verhältnismässig kurzen Zeit der Arbeit eine gleichbleibende Aufnahmefähigkeit,

4. Ruhepausen vor der Messung haben einen bemerkenswerten Einfluss auf die Aufnahmefähigkeit. Besonders bemerkbar wird die Zunahme der Aufnahmefähigkeit, wenn ein Beet mehrere Tage ruhen konnte, bevor die Messung vorgenommen wurde,

5. in der Zeit vom 14. März bis 13. April nahm die Aufnahmefähigkeit vom Beet A um 500 Gallons ab, während die Aufnahmefähigkeit von Beet B (von A gespeist) sich kaum veränderte.

Nach einem Hinweis darauf, dass zu grobes Material die Verschlammung begünstigt, zu feines die quantitative Leistungsfähigkeit beeinflusst, dass die Aufnahmefähigkeit der Filter ausserdem durch eine Senkung des Filtermaterial vermindert wird und dass bei der Messung die immerhin beträchtlichen Mengen von Flüssigkeit in Betracht zu ziehen sind, welche durch das schwammige Gemenge der bakterienhaltigen Substanz festgehalten wird, gelangt die Kommission von Manchester zu folgenden Schlussätzen betr. den Betrieb:

1. Die suspendierten Stoffe müssen thunlichst durch Sedimentation entfernt werden.

2. Alle durch Sedimentation nicht entfernten suspendierten Stoffe müssen so gut wie möglich auf der Oberfläche des Filters zurückgehalten werden.

3. Zur Erhaltung der Wirksamkeit der Filter muss die Oberfläche von Zeit zu Zeit mit Rechen oder Schaufel bearbeitet werden.

4. Zeitweise Ruhepausen müssen eingehalten werden.

Das Filtermaterial war während der ganzen Dauer der Versuche folgendes:

- A. 3—1 Zoll.
 B. 1— $\frac{1}{4}$ „
 C. $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{4}$ „
 D. $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{8}$ „
 E. $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{8}$ „

Entgegen diesen Ausführungen, namentlich der Erscheinung, dass bei Beet A die Aufnahmefähigkeit schneller abgenommen hat, als beim Beet B, welches das Wasser von Beet A erhielt, also nach Dunbar als sekundärer Körper arbeitete, gelangte Dunbar bei seinen Experimenten zu der überraschenden Wahrnehmung, dass die Verstopfung vom sekundären Schlackenkörper bald anfang, trotzdem ihm durch den primären Körper gröbere Stoffe ferngehalten wurden.

Dunbar¹ verlangt daher noch weitere Untersuchungen darüber, ob das doppelte Oxydationsverfahren bei forciertem Betrieb die quantitative Leistungsfähigkeit der Oxydationskörper erheblich vergrößert.

In England scheint von vornherein die Füllungszeit für jedes Beet auf 45 Minuten bemessen worden zu sein, während diese Zeit nach Dunbar erst nach einem viermonatlichen Betrieb erreicht wurde, nachdem sie anfangs nur 10 Minuten betragen hatte.

Der Stundenplan, nach dem in Manchester gearbeitet wurde, sei hier angefügt.

Beet B (sekundärer Körper).

Bei zweimaliger Füllung pro Tag	1. Füllung	von	11.45—12.30
	Voll	„	12.30— 2.30
	Leerlaufen	„	2.30— 3.15
	Leer	„	3.15— 4.45
	2. Füllung	„	4.45— 5.30
	Voll	„	5.30— 7.30
	Leerlaufen	„	7.30— 7.45
	Leer	„	7.45—11.45

¹ Dunbar u. Zirn. Beitrag zur Beurteilung der Anwendbarkeit des Oxydationsverfahrens, Viertelj. für ger. Med. u. öff. Sanit. 1900. Suppl. Seite 121.

Beet B (sekundärer Körper).

Bei dreimaliger Füllung pro Tag	1. Füllung	von	7.45—	8.30
	Voll	„	8.30—	9.30
	Leerlaufen	„	9.30—	10.15
	Leer	„	10.15—	3.15
	2. Füllung	„	3.15—	4.00
	Voll	„	4.00—	6.00
	Leerlaufen	„	6.00—	6.45
	Leer	„	6.45—	9.15
	3. Füllung	„	9.15—	10.00
	Voll	„	10.00—	12.00
	Leerlaufen	„	12.00—	12.45
	Leer	„	12.45—	7.45

Wenn auch diese Tabelle lediglich den Stundenplan darstellt, nach dem gearbeitet wurde, so wären doch Überschreitungen betr. der Füllungsdauer von der Kommission nicht unbemerkt und unbesprochen geblieben.

Allem nach scheint das reine Oxydationsverfahren das empfindlichste in der Reihe der biologischen Anlagen zu sein, wenn man lediglich nach Versuchen urteilen würde. Die Anlage in Hampton bei London ist diesen Versuchen gewissermassen vorausgeeilt. Wir werden unten sehen, dass sich während einer Betriebszeit von mehreren Jahren bei der ziemlich umfangreichen Anlage noch keinerlei Störung in dieser Beziehung ergeben hat.

Durchschnittlich lässt man die Filter 2 Stunden vollstehen. Längeres Stehenlassen verteuert den Betrieb, ohne den Effekt zu erhöhen. Die kontinuierliche Filtration ist bis jetzt in den gewöhnlichen in die Erde eingebauten Filtern noch nicht erreicht, lässt sich dagegen anscheinend mit Erfolg einführen bei oberirdischen Filtern, wie sie beim Candy Cank-System im Gebrauch sind.

Die Zeit der Ruhe darf für die Filter nicht zu kärglich bemessen sein. Bei Überlastung geht, wie Dunbar zeigte, der Effekt quantitativ wie qualitativ herunter, um schliesslich mit einer Verschlammung der Filter zu endigen. 1—2 Stunden

nach jeder Füllung und womöglich 1 Tag in der Woche sollte jedes Filter Ruhe haben.

Bezüglich des Effekts in bakteriologischer Beziehung verweise ich auf die Ergebnisse der Versuchskläranlage von Charlottenburg. Auch hier wurde ohne Faulraum gearbeitet, jedoch mit einer Jauche, welche in den Rohrleitungen Charlottenburgs immerhin längere Zeit verweilt hatte.

Über die bakt. Ergebnisse wird berichtet¹:

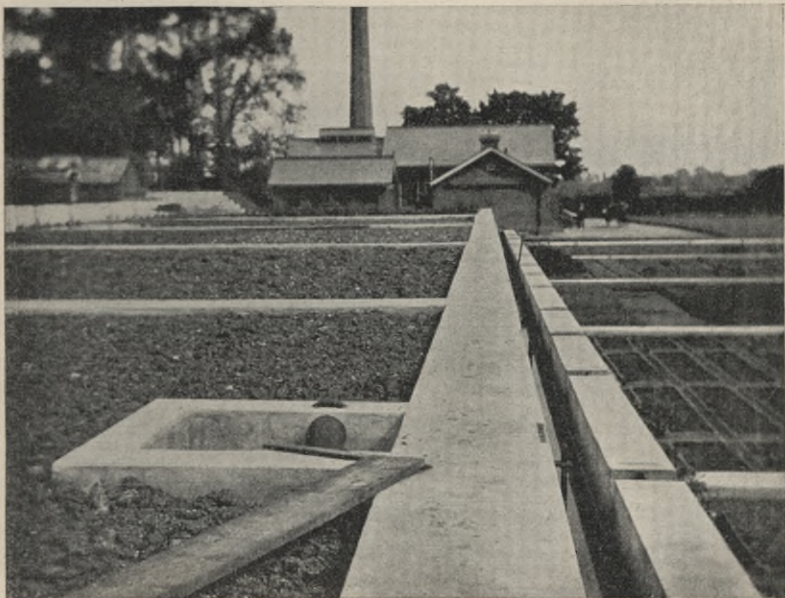
„Die gut übereinstimmenden bakteriologischen Ergebnisse lassen sich dahin zusammenfassen, dass für den bakteriologischen Effekt das Füllmaterial nicht von erheblicher Bedeutung ist. Nach 2stündigem Stehen im Filter zeigt sich die relativ grösste Abnahme aller Arten von Bakterien, so dass auch hier (wie bei der chemischen Beurteilung, d. Verf.) dieser Zeitraum dem 24stündigen Stehen vorzuziehen wäre. Die Abnahme ist jedoch niemals so gross, dass die im gereinigten Abwasser übrig bleibende Anzahl der Keime einem nennenswerten Effekt in epidemiologischer Beziehung gleichkäme. Vielmehr werden beim Einleiten in Flussläufe erforderlichen Falls, je nach den Umständen des Einzelfalls, gleiche Vorsichtsmassregeln am Platze sein, wie bei den nur durch Sedimentierung gereinigten Abwässern.“

Die meines Wissens grösste Oxydationskläranlage ist in Hampton bei London. Einwohner 7000. Hampton besitzt Trennsystem, es handelt sich also nur um Haus- und Klosett-abwässer. Auf den Kopf kommen täglich 20—22 Gallons Abwasser, zusammen rund 140 000 Gallons. Die Jauche ist ziemlich dünn und sehr gleichmässig, da grössere Schwimmstoffe in den 8 Injektoren, welche in der Stadt zur Überwindung des Niveauunterschieds aufgestellt sind, sowie in der ziemlich langen Rohrleitung gehörig aufgelöst und mechanisch zerkleinert werden. Etwaige doch mitgerissene gröbere Schwimmstoffe werden durch einen Rechen von der Kläranlage ferngehalten. (Stabweite 1 cm).

¹ Schmidtman u. a. Bericht über die Versuchskläranlage in Charlottenburg. Viertelj. f. ger. Med. u. öff. Sanitätsw. Suppl. 1900.

Nach Passieren des Rechens gelangt die Jauche in den Verteilungsgraben, an den sich die 5 Top Tanks anschliessen, alle gleich gross mit grobem Kokes und Klinker gefüllt. Die Maasse sind: Länge 50,6 ft, Breite 34,9 ft, Tiefe 4,2—4,8 ft, d. h. der Boden fällt vom Einlass zum Auslass um die Differenz der beiden Maasse. In diesen Top Tanks ist eine

Fig. 10.

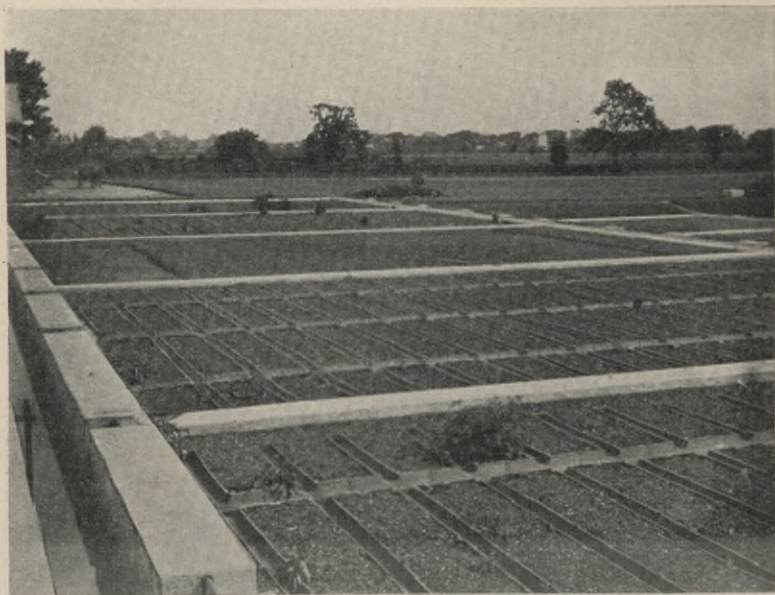


Hampton. Gang zwischen Top und Middle Tanks.

Verteilungsvorrichtung nicht vorhanden, dagegen ist das dem Einlauf nächstliegende Drittel der Filteroberfläche etwas vertieft, um die aufgeschwemmten gröbereren Stoffe hier festzuhalten und sie an ihrer Verteilung über die ganze Oberfläche zu hindern. Die sich hier absetzende Schlammschicht wird ungefähr jede Woche einmal abgehoben und ist etwa 2—3 cm hoch. Der so erhaltene Schlamm wird kompostiert.

Nach Füllung der Tanks, die ungefähr je eine Stunde in Anspruch nimmt, bleibt das Wasser 2 Stunden stehen und wird dann in die zweite Serie von Tanks abgelassen, in die Middle Tanks von folgenden Maassen: Länge 57,7 bis 51,0 ft (Auslaufseite abgechrägt), Breite 35,6 ft, Tiefe 4,2 bis 4,8 ft. Die Korngrösse des Filtermaterials beträgt etwa 1 cm.

Fig. 11.



Hampton. Middle- und Bottom Tanks.

Das Wasser bleibt hier gerade so lang wie in den Top Tanks und gelangt nun in die Bottom Tanks, die dritte Serie der Becken: Länge 62,0 ft, Breite 54,2 ft, Tiefe 4,2 bis 4,8 ft. Material unter 1 cm Korngrösse.

Der Boden aller 3 Tanksysteme ist der Länge nach mit Kanälen versehen, die mit durchlöchernten Deckeln abgedeckt sind.

Jedes Filter wird 2mal täglich gefüllt. 1 Tag in der Woche, sowie die ganze Nacht hat das Filter Zeit zur Erholung. Das Material ist seit 3 Jahren im Gebrauch, ohne eine Abnahme in der Wirksamkeit. Eine Erneuerung erscheint noch auf Jahre hinaus unnötig.

Die Einrichtungskosten belaufen sich mit Gebäude, Areal, Injektoren etc. auf 61,915 £. Der Betrieb ist nur mit geringen Kosten verknüpft, über deren Höhe leider nichts zu erfahren war.

Die Analyse gestaltet sich wie folgt:

	Rohjauche:	Nach der Behandlung:
Durchsichtigkeit im Porzellengefäß. 3 cm Tiefe	opak, Schlammfarbe stark	Klar, farblos
Durchsichtigkt. in 1 Röhre von 1 ft. Länge	„	Leicht grünlich.
Geruch:	sehr stark	—
Reaktion:	leicht alkalisch	neutral
Gesamte feste Stoffe:	278.4	106.4
Chlor:	89.0	18.5
Nitrate:	0.0	2.52
Permang. Verbr.:	129.4	4.0
Ammoniak:	79.32	0.968
organ. Ammoniak:	15.2	0.448

} Teile auf
100,000

} Teile auf
1,000,000

Auf der Anlage selbst ist deutlicher Schlammgeruch wahrnehmbar, hauptsächlich an den Stellen, wo der Schlamm von der Filteroberfläche abgehoben wird. Der Reinigungseffekt ist ein guter, wie aus obiger Analyse hervorgeht. Nach Aussage des Filterwärters kommen Fische bis an die Auslaufrohre herauf.

Das gereinigte Wasser wird zum Teil in die Themse abgelassen, zum Teil dient es als Kesselspeisewasser für die Injektorenpumpen.

Fassen wir sämtliche Ergebnisse zusammen, so hat es den Anschein, als ob der Faulraum nicht so bald entbehrlich würde. Bei Vorschalten eines solchen bekommt man gleichmässige und sichere Resultate in allen Fällen, während

eine Behandlung im Oxydationskörper allein eine sorgfältige Bedienung und Instandhaltung der Filter voraussetzt. Der Unterschied zwischen Exeter — Grosslichterfelde, wo kein Mensch mehr mit der Jauche etwas zu thun hat, wo die Reinigung der Oxydationsfilter sich dank des vorgelagerten Faulraums auf ein Minimum beschränkt und der Anlage in Hampton, welche tägliche Reinigung der Rechen, Abheben des auf der Filteroberfläche sich ansetzenden Schlamms, Kompostierung desselben nötig macht, fällt zu Gunsten des Faulraumverfahrens aus. Die Anlage von Sandfängen und Siedimentierbecken, wie sie auch beim Oxydationsverfahren in der Grosspraxis einzuführen wären, würde auf nichts anderes hinauslaufen, als auf das Zugeständnis, dass ein direkter Anschluss der Filterkörper an die Leitung nicht möglich ist, und dass das Faulkammerverfahren, wenn auch unter einem anderen Namen, doch ausgeübt würde.

Die Resultate stellen sich ebenfalls nicht besser, als beim Faulkammerverfahren.¹ — So ist die Annahme berechtigt, dass das Oxydationsverfahren nur für ganz besonders günstig liegende Fälle zur Anwendung empfohlen werden kann. Gerade für Fabrikstädte, sowie für Städte überhaupt, in denen grosse quantitative und qualitative Schwankungen der Jauche vorkommen, scheint es wenig geeignet.

Bei allen bisher geschilderten Methoden des biologischen Verfahrens liegt ein gewisser Übelstand in den häufigen Pausen, welche im Interesse eines geordneten wirkungsvollen Betriebs notwendig werden. Sowohl das Vollstehen wie das Leerstehen nimmt eine Masse Zeit in Anspruch und es ist kein Wunder, wenn man infolge dessen versucht hat, statt der intermittierenden Filtration die kontinuierliche einzuführen. Hierher gehören die Ducatschen Versuche, die leider ergebnislos geblieben sind. Ein System ist es besonders, das

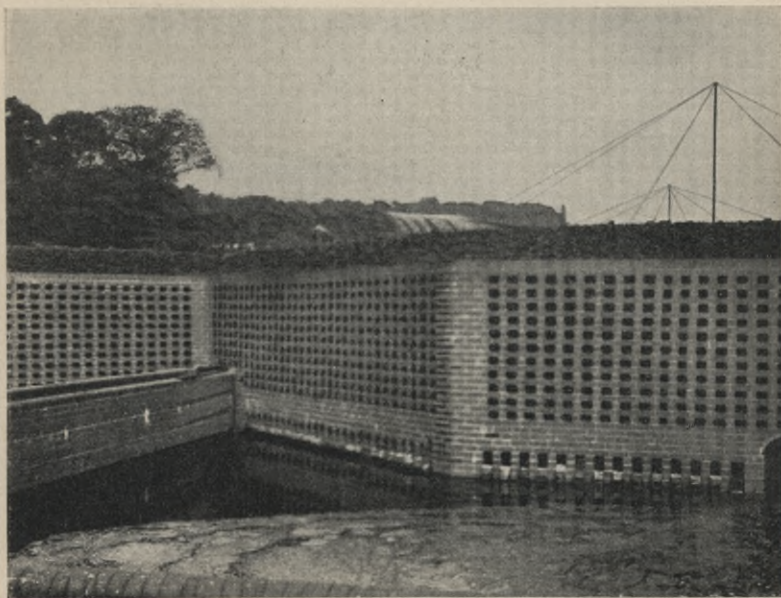
¹ Anmerkung während der Korrektur: Vgl. übrigens die neueste Veröffentlichung von Dunbar, welcher für seine Anlage wesentlich andere, für das Oxydationsverfahren günstigere Resultate bekommt.

die intermittierende Filtration mit Erfolg durch die kontinuierliche ersetzt hat, das Candy Cank-System.

Nach diesem Muster arbeiten die Thermal Aërobic Sewage Filter von Whittaker und Bryant in Accrington.

Ausgehend davon, dass die Füllung, das Vollstehen, die Entleerung und das Leerstehen der Filter beim biologischen

Fig. 12.



Accrington.

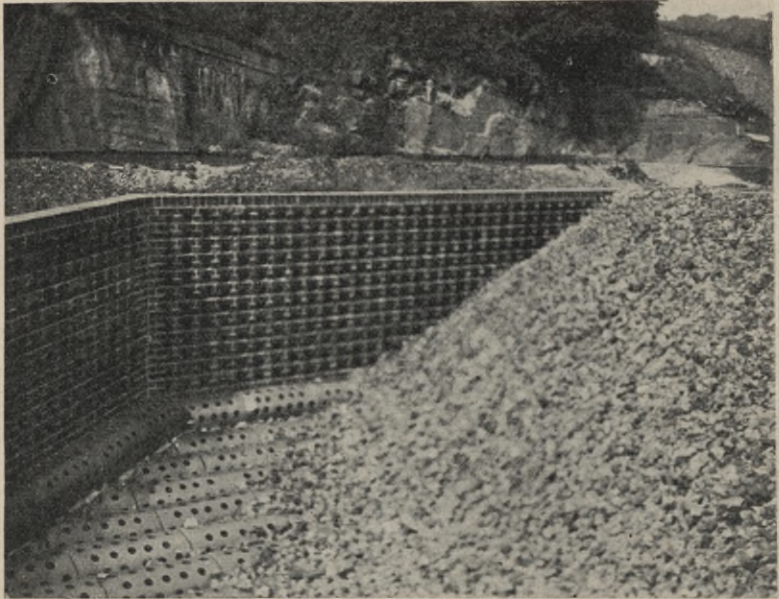
Ansicht der Filter von aussen. Oben sieht man den „Zerstreuer“.

Verfahren den Gebrauch von viel Areal, mit viel Aufmerksamkeit erfordernden Filtern, Klappen, Kanälen etc. notwendig macht, suchten die Erfinder nach einem einfacheren Weg, der zu den gleichen Resultaten führte.

Die Werke in Accrington bei Manchester bestehen nur aus einem offenen Septik Tank, der mit sehr gutem Resultat

arbeitet. Die tägliche Abwassermenge beträgt 1 250 000 Gallons. Anstatt nun das Abwasser im Filter zu ebener Erde einzuleiten, wird dasselbe vom Faulraum aus durch Injektoren auf Filter hinaufgedrückt, welche etwa 3 m aus dem Boden herausragen. Die Oberfläche der sechseckigen Filter ist ca. 16 qm gross. Die Wände bestehen aus durchbrochenem

Fig. 13.



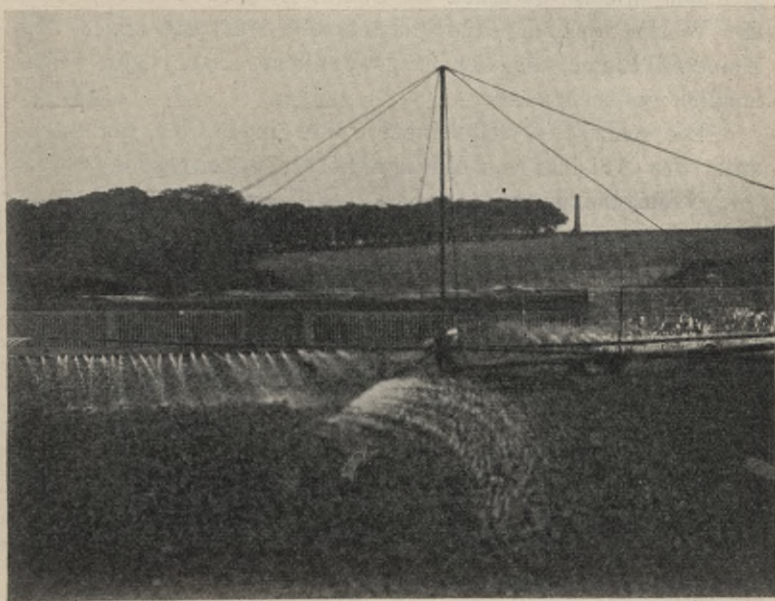
Accrington.

Ansicht der Filter von innen. Rechts Koaks, links unten die Drainröhren.

Mauerwerk, der Boden ist mit durchlöcherten Röhren belegt. Mitten im Filter erhebt sich der nach Art einer Turbine konstruierte Verteiler, welcher die Jauche gleichmässig über die Oberfläche verteilt. Die Temperatur des Abwassers wird nun durch den Injektorendampf immer gleich hoch gehalten, und nach Ansicht der Konstrukteure soll diese

erhöhte Temperatur des Abwassers, die sich auch dem Filter mitteilt, eine wesentliche Erhöhung der Luftzirkulation herbeiführen. Das Abwasser rinnt von Koaxskörperchen zu Koaxskörperchen nach unten und kommt hier klar und farblos heraus, ohne zu den seitlich in der Mauer angebrachten Luftlöchern herauszuströmen. Als ich die Anlage im ver-

Fig. 14.



Accrington.

„Distributor“ auf der Filteroberfläche in Thätigkeit.

gangenen Sommer besichtigte, waren 14 solcher Filter in Betrieb. Die Verteilung des Wassers vollzieht sich angeblich ohne Störung, da der vorgelegte Faulraum einen genügenden Schutz vor Verstopfung der Rohrleitung bietet. Auf der Anlage war ein kräftiger Schlammgeruch bemerkbar. Die Erwärmung des fauligen Abwassers durch den Injektorendampf

scheint wesentlich zu dieser Erscheinung mit beizutragen. Der Faulraum, eigentlich sechs Faulräume, je drei und drei miteinander verbunden, bietet insofern einen interessanten Anblick, als sich nur auf dem letzten der 3 Tanks die früher beschriebene Schlammkruste bildet, die beiden andern bleiben davon frei, obwohl sie direkt nebeneinander liegen.

Die im Bureau der Werke zusammengestellten Analysenergebnisse, welche ich dort eingesehen habe, sind alle in gleichem Masse geeignet, die Überzeugung zu erwecken, dass die Werke wirklich Gutes leisten und zwar auf einem weit kleineren Platze, als dies bei gewöhnlicher Bauart der Filter möglich gewesen wäre.

Die Anlage ist seit einem Jahre in Betrieb und steht unter der Aufsicht von William Preece in Liverpool.

Nachstehend eine Analyse des Wassers vor und nach der Reinigung:

Analyse.	O verbrauch in 4 h.	1 : 100 000		N als Nitrat u. Nitrit.
		Album. Ammon.	Chlor	
Rohjauche :	9.51	1.19	11.00	0
gefaulte :	4.99	0.562	11.88	0
Filterablauf:	1.81	0.176	10.85	2.3
nach Absitzen- lassen :	1.47	0.084	10.85	2.3
Reinigung der Rohjauche				
a) im Faulraum:	47,5 %	52,8 %		
b) im Filter:	80,96 „	85,20 „		
c) nach Absitzen- lassen :	84,54 „	92,1 „		

Rideal sagt ebenfalls bei Gelegenheit der Besprechung derartiger kontinuierlicher Filter, dass die Arbeitsleistung per Einheit der Filterfläche eine viel grössere sei, als beim Diddinverfahren bis jetzt erreicht sei. Irgend welche Folgerungen möchte ich aus dem bisher über das Candy Cank System Bekannten nicht ziehen. Vielleicht wird es auch in Deutschland gelegentlich einer Prüfung unterzogen.

Fassen wir zum Schluss die für den Betrieb des biolo-

gischen Verfahrens giltigen Sätze noch einmal zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Oxydations- und Faulkammerverfahren haben sich in der Praxis bis jetzt als gleich leistungsfähig bewiesen. Die Entscheidung, ob in einem bestimmten Falle dieses oder jenes Verfahren besser sei, lässt sich nicht ohne eigene Versuche feststellen, welche stets an Ort und Stelle vorzunehmen sind.

2. Die Reinigung des Wassers beim biologischen Verfahren ist in chemischer Beziehung eine vollständig genügende. Die bakteriologische Seite ist noch wenig erforscht, es lässt sich aber mittelst Desinfektion des gereinigten Abwassers ein genügender Schutz erzielen.

3. Die Schlammfrage giebt zu störenden oder kostspieligen Einrichtungen keinen Anlass.

4. Die Anlage kann nicht als eine die Nachbarschaft störende oder belästigende bezeichnet werden.

Schluss.

Und was nun für Stuttgart? Die Stadtverwaltung hat in zielbewusster Weise sich zur Anstellung von Versuchen entschlossen, um speziell das biologische Verfahren kennen zu lernen. Ausserdem wird aber auch die Stadt allmählich in die Lage kommen, speziell ihre Wünsche, die sie berechtigterweise an ein Klärverfahren stellen kann, zu formulieren.

In erster Linie steht hier die Frage nach der grössten Leistungsfähigkeit. Stuttgart mit seinem beschränkten Terrain, mit seiner grossen Abwassermenge darf keine halben Massregeln ergreifen. Das Beste ist eben noch gut genug. Zugleich hat Stuttgart aber auch ein wesentlich höheres Interesse daran, als andere Städte, seine Abwasserklärung auf möglichst kleinem Platze zu bewerkstelligen. Das für eine Kläranlage verfügbare Areal liegt naturgemäss im Neckarthal und zwar flussabwärts der Nesenbachmündung. So wird die Anlage notgedrungen über Cannstatt, das angeschlossen werden könnte, hinausgerückt und an die Strasse nach Münster verlegt. Zwischen Neckar und Strasse finden sich unterhalb des Viadukts der Umgebungsbahn eine Reihe alter Kiesgruben, ungefähr 5—6 ha gross. Dies ist das einzige wirklich verfügbare Terrain, dessen Hochwasser- und Grundwasserverhältnisse nicht gar zu ungünstig sind. Schutzdämme werden trotzdem nötig werden. Je kleiner das zu schützende Areal

ist, desto billiger gestalten sich die Bauten. Zu dem Bedürfnis der grösstmöglichen Leistung auf kleinstem Areal kommt noch die Frage der Belästigung der Nachbarschaft. Münster, Hofen, Cannstatt sind dabei zu berücksichtigen.

Sodann wäre noch erwünscht die Möglichkeit, das jetzige Abfuhrsystem der Fäkalien nicht mit einem Schlag umändern zu müssen, sondern diese Frage allmählich ihrer Lösung entgegenzuführen, welche naturgemäss nur sich in der Richtung der Schwemmkanalisation entwickeln kann.

Als letzte und wichtige Forderung an eine Kläranlage ist zu stellen der vollständig ungestörte Betrieb auch in Epidemiezeiten.

Gehen wir die einzelnen Klärverfahren an der Hand dieser Forderungen durch, so stellt sich zunächst heraus, dass die mechanischen Anlagen, was Leistungsfähigkeit betrifft, weit zurückstehen, so dass sie im Verhältniss auf den für sie beanspruchten Platz und die für sie ausgegebenen Kosten recht Geringes leisten, dass sie einen ziemlich grossen Apparat beanspruchen, ferner grosses Areal und dass die Schlammfrage durch sie nicht erledigt wird. Die Belästigung der Nachbarschaft ist eine enorme. Die Kasseler Anlage leidet unter dieser Kalamität, die sie zu allerhand kostspieligen Desodorisationsversuchen zwang, durch welche der Schlamm entwertet wird, wenigstens in landwirtschaftlicher Beziehung. Auch trotz dieser Versuche mit Desodorisationsmitteln lässt sich der unangenehme Geruch nicht ganz vermeiden und von Höfen, Cannstatt und Münster würde wohl und zwar mit Recht protestiert gegen eine solche Verschlimmerung ihrer nächsten Umgebung. Besonders wäre die allmähliche Aufgabe des jetzigen Abfuhrsystems unmöglich. Die Entleerung der Jauchefässer in die Bassins würde den Zustand noch unerträglicher machen. In Epidemiezeiten würde die Anlage wohl ebenso wie es mit der Latrinenabfuhr jetzt schon vorgesehen ist, medizinalpolizeilich geschlossen werden müssen und Stuttgart befände sich dann in derselben unangenehmen Lage, in der es sich ohne Kläranlage befindet.

Die mechanisch-chemischen Verfahren geben zwar im ganzen bessere Resultate, doch stehen dieselben ebenfalls wieder in keinem Verhältnis zu dem von ihnen beanspruchten Platz. Für Städte, wie Leipzig z. B., die mit dem Platz nicht sparsam umzugehen brauchen, sind sie vollständig genügend, anders verhält sich das mit Stuttgart. Wo sollen denn alle die Schlammbecken und Klärbecken untergebracht werden, wohin soll der Schlamm abgeführt werden? Belästigungen wären weniger damit verknüpft, auch der Betrieb in Epidemiezeiten nicht zu beanstanden.

Ebenso anspruchsvoll, ja noch anspruchsvoller in Beziehung auf den Platz ist das biologische Verfahren, sei es nun als das Faulkammerverfahren oder als das Oxydationsverfahren. Für Stuttgart würde für das biologische Verfahren ein Areal in Betracht kommen etwas grösser als 4 ha und zwar unter Zugrundelegung der jetzigen Abwasserverhältnisse; bei Einführung der Schwemmkanalisation, die doch nur noch eine Frage der Zeit ist, bei Einbeziehung von den Abwässern der Vororte Gaisburg (Gasfabrik), Berg und insbesondere Cannstatts reichen wohl 6 ha kaum aus (unter Zugrundelegung der Zahlen von Manchester). Dieses Platzbedürfnis ist annähernd dasselbe beim Faul- und Oxydationsverfahren. Und wie gestalten sich die Verhältnisse beim zu erwartenden Wachstum der Stadt? Der Bau eines neuen Filters, die Erweiterung des Faulraums werden nötig werden und dann tritt die Frage auf, wohin damit? Wir haben ferner gesehen, dass auf dem allein zur Verfügung stehenden Platz bei Münster Dammbauten notwendig wären, welche mit jedem Meter Länge kostspieliger würden. — Was die Frage der Belästigung betrifft, so glaube ich, dass sich eine solche durch üble Gerüche vermeiden lässt. Wie steht es aber mit der Mückenplage, insbesondere mit Rücksicht auf Stechmücken? In der Anlage in Eppendorf war zur Zeit meines Besuches alles voll mit kleinen Mücken allerdings harmloser Natur, aber wer garantiert dafür, dass die Schwimmdecken der Faulräume, die Oxydationsfilter nicht auch die Brutstätten

für irgend welche Stechmücken werden können, welche mit Rücksicht auf Malaria doch mit misstrauischen Augen angesehen werden müssen? — Das so ideal wirkende biologische Verfahren hat eben wie alle andern Verfahren auch, seine Schattenseiten und da gerade Versuche im grossen noch nicht angestellt sind und gerade diese grossen Anlagen weit weniger sorgfältig behandelt werden können als kleinere, ist auch hier absolut kein Optimismus am Platz. Günstig würde sich das biologische Verfahren verhalten gegenüber der Frage der Beibehaltung des jetzigen Abfuhrsystems für längere Zeit und namentlich wäre in Epidemienzeiten der Betrieb ein ungestörter und infolge der Möglichkeit der Desinfektion des gereinigten Abwassers ein auch vollständig unbedenklicher.

Wenn wir das letzte der Klärverfahren, das Degenerische Kohlebreiverfahren, ins Auge fassen, so ist hier in erster Linie zu betonen, dass dasselbe in seiner Wirksamkeit gleich neben dem biologischen Verfahren steht. Für Stuttgart wäre der erreichte Effekt vollständig ausreichend. Die Schlammfrage, welche beim biologischen Verfahren am besten gelöst wird in dem Sinn, dass eben überhaupt keine nennenswerten Schlammengen entstehen, wird beim Degenerschen Verfahren in entgegengesetzter Weise, aber nicht minder glücklich gelöst. Die Abfallstoffe werden nicht durch Bakterienthätigkeit zerstört, sie bilden vielmehr eine in jeder Beziehung ausnützbare, vollständig geruchlose Masse, die zu Heiz- und Dünge Zwecken verwendet werden kann. Ich möchte an dieser Stelle auf das zu verwendende Kohlenmaterial zu sprechen kommen, welches die Grundbedingung für einen vollen Effekt sowohl in Bezug auf Klärung als auf die Kosten ist. Wenn sich unser oberschwäbischer Torf zur Klärung eignet, worüber Versuche anzustellen wären, so könnte man eher an die Einführung des Degenerschen Verfahrens denken, als wenn wir auf den teuren Bezug von Kohle von anderwärts angewiesen wären. Wenn dies der Fall sein sollte, d. h. wenn der Torf als gutes Klärmaterial sich erweisen würde, so würden auch die übrigen Fragen sich leicht lösen

lassen. Das Degenersche Verfahren ist das anspruchsloseste in Beziehung auf Platz. Stuttgart dürfte bei der zu erwartenden Abwassermenge etwa 6—7 Klärtürme nach Röckner-Rothe benötigen, 9 m hoch und 9 m Durchmesser. Das von der Anlage beanspruchte Terrain inklusive Lagerplatz für Torf, für Schlammkohle, für Maschinenhaus beläuft sich hochgerechnet auf 2 ha und es bleiben noch 4 ha übrig zur Ausdehnung und zur Erstellung eines Kehrichtverbrennungsofens, der in der Schlammkohle ein willkommenes Heizmaterial hätte. (Ähnlich in Ealing.) Stuttgart hätte so die Möglichkeit zur Gewinnung elektrischer Kraft, die es recht gut brauchen könnte. Die 6—8 Waggons Schlammkohle, die täglich resultieren würden, bieten aber auch für die ärmeren Klassen der Bevölkerung ein billiges und wertvolles Heizmaterial, ähnlich wie es in Potsdam bereits der Fall ist.

Völlig unbedenklich ist der Betrieb in Epidemiezeiten, dagegen ist es fraglich, ob unser jetziges Abfuhrsystem noch länger beibehalten werden kann und ob hier nicht die möglichst baldige Einführung der Schwemmkanalisation am Platze wäre. Auch hierüber wären Versuche anzustellen.

Und nun zum Schluss noch die Kostenfrage, soweit sie in den Rahmen dieses Aufsatzes hineingehört. Nach Dunbar berechnet sich dieselbe auf \mathcal{M} 1.33—2.00 für das biologische Verfahren, die teuersten Preise zu Grund gelegt. Das Degenersche Verfahren beansprucht pro Kopf und Jahr \mathcal{M} 1.20—25, wenn so günstige Bezugsbedingungen für Braunkohle gegeben sind, wie in Potsdam, Tegel, Soest. Für Stuttgart wären sie wohl wesentlich höher anzusetzen, doch können genauere Zahlen erst nach Untersuchung des Torfs und Berechnung des notwendigen Quantum angegeben werden. Dagegen ist nicht ausgeschlossen, dass bei Kombination des Degener-Verfahrens mit einem Kehrichtverbrennungsofen und bei der dadurch erzielten Elektrizitätsmenge sich die Kosten erniedrigen liessen, so dass sie die für das biologische Verfahren nicht mehr übersteigen. Dann aber wäre die Stadt noch im Besitz eines Elektrizitätswerkes, während die aufge-

speicherten Energien beim biologischen Verfahren wirkungslos verpuffen.

So kommt es nun darauf an, alle die hier erwähnten Verhältnisse zu berücksichtigen und zwar unter Zugrundelegung der von der Stadt selbst anzustellenden Versuche. Diese werden bei der unbefangenen Prüfung das Schlusswort zu sprechen haben und es ist nur zu wünschen, dass dieses, möge es nun so oder so ausfallen, eine glückliche, möglichst alle Teile befriedigende Lösung im Gefolge hat, dass Stuttgart auch in Beziehung auf seine Kanalisation und sonstige Abfuhr einen für seine In- und Umwohner angenehmen und gesunden Aufenthalt bietet.



S - 96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298940