

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

4480

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294644





Die  
**Abfallwässer**  
und ihre  
**Reinigung.**

Eine kritische Darlegung  
der in Betracht kommenden Verfahren.

Von

**Dr. B. Burkhardt,**

Stabsarzt im III. Bat. Inf.-Regts. v. Voigts-Rhetz (3. Hannov.) No 79.

*F. Nr. 21 427*



**Berlin.**  
Verlag von Julius Springer.  
1897.



## Vorwort.

---

Die vorliegende Schrift soll nicht eine ausführliche Darstellung und Wiedergabe von Allem, bis jetzt auf unserem Gebiete Geleisteten sein — das würde ein umfangreiches Buch geben — sondern nur kurz zusammenfassend und auch für den Nichtfachmann verständlich die praktisch wichtigsten Punkte darlegen und an der Hand der zur Zeit gewonnenen Erfahrungen beleuchten. Die Abfallwässerreinigung ist gegenwärtig eine in vielen Kommunen viel erörterte und umstrittene Frage und Mancher wünscht wohl, sich nach der Richtung hin zu informiren, sich ein selbständiges Urtheil zu bilden. Aber die einschlägigen Werke — meine Kenntniss der bezüglichen Literatur berechtigt mich wohl das zu sagen — machen diese Aufgabe nicht gerade zu einer leichten.

Möge mir's gelungen sein, hiermit ein zu solcher Orientirung und Information brauchbares Werkchen zu liefern.

Hildesheim, Mai 1897.

Der Verfasser.



## Inhalts-Verzeichniss.

---

	Seite
Flussverunreinigung . . . . .	1
Die Abfallwässer . . . . .	14
Die verschiedenen Methoden zur Reinigung der Abfallwässer . . . . .	22
I. Das Rieselfverfahren . . . . .	23
II. Filtration . . . . .	44
a. Filter aus chemisch indifferentem Material . . . . .	44
b. Filter aus chemisch different wirkendem Material. . . . .	48
III. Mechanisches Absitzenlassen in Klärbassins . . . . .	56
IV. Chemische Klärung . . . . .	58
a) an sich . . . . .	58
b) kombinirt mit Hilfsverfahren . . . . .	65
1. in Verbindung mit Filtration . . . . .	65
2. mit Klärteichen oder Klärbrunnen (Frankfurter-, Wies- badener, bezw. Hallesche Anlage) . . . . .	66
3. mit Röckner-Rothe'schem Apparat . . . . .	73
V. Klärung durch den Fäulnissprocess nach Müller . . . . .	78
VI. Elektrische Klärung . . . . .	79
Kritik der besprochenen praktisch brauchbaren Reinigungsmethoden . . . . .	83
Desinfektion der Abfallwässer . . . . .	93
Schlussätze . . . . .	101

## Literatur.

---

1. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Jahrgänge 1884—1895.
  2. Rückner-Rothe'sches Verfahren zur Reinigung städtischer und gewerblicher Abwässer von Ingenieur W. Rothe.
  3. General-Bericht über die Arbeiten der städtischen gemischten Deputation für die Untersuchung der auf die Kanalisation und Abfuhr bezüglichen Fragen. Berlin, 1873.
  4. Die Petri'sche Methode zur Reinigung städtischer Kanalwässer von O. Peschke. Berlin, 1884. A. Seydel.
  5. Über die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung von fauligen und fäulnissfähigen Schmutzwässern von Professor J. König. Berlin, 1885. Julius Springer.
  6. Die Verunreinigung der Gewässer und deren schädliche Folgen etc. von Professor J. König. Berlin, 1885. Julius Springer.
  7. Über die Kanalisation kleinerer Städte und Reinigung der Abwässer von Gustav König. Halle, 1894. Wilhelm Knapp.
  8. Lehrbuch der Hygiene von Dr. M. Rubner. Leipzig und Wien, 1892. Franz Deuticke.
  9. Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar von W. Praussnitz. München, 1890. M. Rieger'sche Univ.-Buchhandlung.
  10. Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung etc. von Ferdinand Fischer. Berlin, 1891. Julius Springer.
  11. Protokoll der Sitzung des erweiterten Obermedizinalausschusses am 30. November 1892. München, 1892. J. F. Lehmann.
  12. Untersuchungen über die Verunreinigung der Donau durch die Abwässer der Stadt Wien von Dr. Adolf Heider. Wien, 1893. A. Hölder.
  13. Die Verunreinigung der Wasserläufe durch die Abflusswässer aus Städten u. s. w. von Georg H. Gerson. Berlin, 1889. A. Seydel.
  14. Verwaltungs-Bericht des Magistrats zu Berlin. Bericht der Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke von den Jahren 1882/83 bis 1892/93.
  15. Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1889—1895.
  16. Flügge, Grundriss der Hygiene. Leipzig, 1894. Veit & Co.
  17. Zusammenstellung betreffend die täglichen Betriebskosten und Betriebsergebnisse der in der Reinigungsstation für Kanalwasser 1877 vorgenommenen Reinigungsversuche. Halle, 1888. gez. Stadtingenieur Bacher.
  18. Würdigung der verschiedenen Methoden zur Klärung der Schmutzwässer. Obermilitärärztliche Prüfungsarbeit von Dr. Friedrich. Mainz, 1889.
-

## Flussverunreinigung.

In engem Zusammenhange mit dem raschen Aufblühen der Industrie und der damit Hand in Hand gehenden starken Zunahme der städtischen Bevölkerung, wie sie in den letzten Jahrzehnten in Deutschland stattgefunden hat, steht die jetzt in so verschiedenen Gegenden unseres Vaterlandes als ein arger Missstand in Erscheinung tretende Verunreinigung der Wasserläufe. Eine erhebliche Anzahl Bäche und Flüsse, die seit Jahrhunderten den Unrath der an ihnen gelegenen Städte und Ortschaften aufgenommen, weggespült und wohl auch unschädlich gemacht hatten, ohne dabei in ihrem äusseren Verhalten eine nennenswerthe Veränderung zu erleiden, sind bei der stark vermehrten Einwohnerzahl und damit erheblich vermehrten Menge der aus denselben Orten ihnen jetzt zuströmenden Abfallwässer, zur Zeit nicht mehr im Stande, diese ihre altgewohnte Arbeit in der früheren Vollkommenheit zu verrichten; sie sind so zu sagen insufficient geworden, werden von den Schmutzwässern erdrückt und gleichen, indem sie stinkende, tintenfarbene Massen dahinwälzen, häufig selbst weniger mehr natürlichen Wasserläufen, wie grossen Kloaken. Ich erinnere, um aus vielen nur einige Beispiele herauszugreifen, an den traurigen Zustand, in dem sich die „blaue Fluth“ bei Altenburg, die Orla bei Neustadt, der Ködnitzbach bei Pössneck, die Luppe bei Leipzig, die Panke in Berlin, die Werre in Herford theils befinden, theils bis vor kurzem befunden haben. — Diese Flussverunreinigung, die wohl in keinem Falle eine völlig gleichgültige Veränderung des ursprünglichen Zustandes darstellen wird, wird aber sicher nicht überall gleichmässig stark, sondern bald mehr bald weniger schwer empfunden; es richtet sich das ganz

nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen, ob bedeutende oder weniger bedeutende Interessen in Frage kommen und sich geschädigt fühlen. Nachstehendes möchte etwa den Massstab geben, an dem sich die mehr oder minder grosse Bedeutung ermassen lässt, die jeweilig der Verunreinigung eines Flusslaufes beizulegen sein wird. Es können als geschädigt in Betracht kommen:

a. Gewisse materielle Interessen Einzelner, bezw. ganzer Gemeinwesen.

1. Von der ackerbautreibenden Bevölkerung können einmal die Besitzer von Flusswiesen geschädigt werden. Treten nämlich derartige schlammige Wässer im Frühjahr oder Sommer über die Ufer, so wird dadurch unter Umständen das Heu verdorben, das Gras kann ausfaulen oder vergeilen und der Boden versauern. Ferner liegt die Möglichkeit vor, dass die Einwohnerschaft ganzer Dörfer, d. h. der, die am betreffenden Flusslaufe liegen, wenn sie auf den Gebrauch seines Wassers zum Tränken des Viehes angewiesen sind, wesentlich dadurch in Nachtheil gerathen, dass die Thiere das jetzt schmutzige Wasser nicht mehr annehmen. Ist es doch häufig dann nur unter Aufwand von grosser Mühe möglich, Ersatz für den Ausfall zu schaffen.

2. Die Fischereiberechtigten leiden, und zwar während der Zeit, wo die Flussverunreinigung sich allmählich herausbildet, dadurch, dass ab und zu plötzlich so gut wie sämtliche Fische absterben; solche sich wiederholende, namentlich zu Sommerszeiten auftretende allgemeine Fischsterben pflegen sogar geradezu ein Symptom beginnender Flussverunreinigung darzustellen. Ist einmal eine völlige andauernde Verschmutzung des Gewässers eingetreten, so fallen überhaupt die entsprechenden Flussstrecken für die Zwecke der Fischzucht vollkommen aus; es vermag in ihnen kein Fisch mehr zu existiren. Da nun die Fische ein sehr wichtiges Nahrungsmittel darstellen, so wird zugleich durch die auf die besprochene Weise bedingte Herabminderung der Produktion an denselben zweifellos ein allgemeines öffentliches Interesse schwer geschädigt.

3. In Städten werden unter Umständen die Häuser und

Grundstücke ganzer Strassen und Stadttheile, sofern sie eben am Flusse, also im Bereiche seiner übelriechenden Ausdünstungen liegen, geradezu entwerthet. Wohnung in solchen Lagen wird nur ungern genommen, und die Mieth- und Verkaufspreise der Anwesen sinken damit. Ganz besonders stark aber haben ganz gewöhnlich die Mühlenbesitzer und -bewohner unter eben diesen Ausdünstungen zu leiden. Bei dem fortwährenden Aufrühren des Wassers durch die Mühlräder werden nämlich die Fäulnissgase hier um so massenhafter zum Entweichen gebracht, und macht sich so der Geruch des Wassers in der Mühle ganz ausserordentlich stark bemerkbar. In Folge Ausscheidung der bedeutenden Mengen von Schwefelwasserstoff können die Eisentheile des Mühlwerks sich mit Schwefelmetall beschlagen und die Bewohner direkt an Schwefelwasserstoff-Vergiftung erkranken.

4. Da das Wasser jetzt auch für gewisse häusliche Zwecke, wie zum Waschen, Scheuern, Bleichen unbrauchbar geworden ist, so sind die Flussanwohner, die früher ganz gewöhnlich von dem bequem erreichbaren, reinen Wasser einen um so ausgedehnteren Gebrauch gemacht hatten, sich vielleicht damit sogar einen Nebenerwerb verschafften, jetzt auch noch nach dieser Seite hin benachtheiligt.

5. Das Wasser ist dadurch, dass es verunreinigt ist, unbenutzbar für gewisse Gewerbe geworden, die reines Wasser in grösserer Menge benöthigen, daher mehr oder weniger auf die Benutzung der Flussläufe angewiesen, häufig gerade deshalb ihren Wohnsitz dicht am Flusse aufgeschlagen haben. So leiden Wäschereien, Bleichereien, Gerbereien, Färbereien, Brauereien, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, sowie alle die, die ihr Dampfkesselwasser bisher dem Flusse entnommen hatten.

6. Das Flusswasser kann in Folge Aufnahme verunreinigender Stoffe (z. B. grosser Mengen Kochsalz) unbenutzbar werden zum Zwecke der Trinkwasserversorgung. (Elbe bei Magdeburg).

Es kann das für grosse Städte, denen genügende Mengen Quellwassers nicht zur Verfügung stehen und die das Grundwasser vielleicht wegen zu hohen Eisengehaltes zur Trinkwasserversorgung nicht recht heranziehen können, eine schwere Kalamität bedeuten.

Aber ausser diesen mehr materiellen Schädigungen kommt noch sehr wesentlich in Betracht, dass die Verunreinigung des Flusswassers

b. eine ernstliche Gefährdung des Gesundheitszustandes Einzelner, sowie der Gesammtheit bedingen kann.

Einmal ist schon der Wegfall der natürlichen Badegelegenheit im Flusse zweifellos in sanitärer Hinsicht lebhaft zu beklagen; ernster aber noch ist aufzufassen, dass die üblen Ausdünstungen des Schlammes, die namentlich während der warmen Sommertage und besonders der Sommernächte — gerade da also, wo das Bedürfniss nach frischer Luft auch am stärksten zu sein pflegt — besonders hervortreten, dass dadurch die Flussanwohner gehindert werden, die Fenster zu öffnen. Sie leiden also Mangel an guter Luft und leben somit im Allgemeinen unter wesentlich ungünstigeren gesundheitlichen Verhältnissen, als zur Zeit, wo das Flusswasser noch rein war. Kommt noch dazu, was gar nicht so selten der Fall ist, dass durch den Fluss auch die Erholungsplätze wie die Gärten der Einwohner oder auch die Anlagen der Stadt, die ja häufig gerade am Wasserlauf hin angelegt sind, verpestet und zum Spaziergehen unbenutzbar gemacht werden, so ist dadurch zweifellos ein sanitärer Missstand von erheblicher Bedeutung geschaffen.

Die bedeutendste Gefahr aber, die in gesundheitlicher Beziehung von einem mit Kanaljauche verunreinigten Flusswasser ausgehen kann, ist die, dass es unter Umständen Veranlassung zur Verbreitung ansteckender Krankheiten zu geben vermag. Namentlich Unterleibstypus und asiatische Cholera sind es, die hierbei in Betracht kommen.

Sowohl die Choleravibrionen, wie die Typhusbazillen vermögen längere Zeit in den Kanalwässern sich keimfähig zu erhalten und können demnach, wenn sonst ihnen die Verhältnisse günstig sind, zu Ansteckungen führen. Besonderer Hervorhebung bedarf aber hier der Umstand, dass die Gefährlichkeit des Flusswassers nach der Richtung hin durchaus nicht etwa im gleichem Verhältniss mit dem Grade seiner allgemeinen Verunreinigung

zunimmt. Stark schmutziges Flusswasser wird man nicht mehr für häusliche Verrichtungen wie Scheuern, Waschen oder gar Trinken gebrauchen können. Stark verunreinigtes Flusswasser wird von der Bevölkerung thatsächlich nicht in der Weise mehr benutzt, kann also trotz aller zahlreich in ihm etwa enthaltenen Krankheitskeime nicht zur Ansteckung führen; ganz anders aber liegt die Sache, wenn solches Wasser nur wenig, vielleicht unmerklich verunreinigt ist. Es lässt sich der gewöhnliche Mann nur schwer abhalten, ein Wasser, das auf ihn noch den Eindruck macht, rein zu sein, ihm für den Gebrauch bequem zur Hand ist und schon von jeher zu häuslichen Zwecken gedient hat, nun plötzlich nicht mehr so zu verwenden, weil es, wie man ihm sagt, in Folge Verunreinigung jetzt bedenklich geworden sei. Da aber verseuchtes Wasser sehr wohl noch im Allgemeinen rein erscheinen kann, so wird demnach verhältnissmässig reines, aber verseuchtes Flusswasser viel häufiger Gelegenheit geben, eine Ansteckung zu vermitteln, wie verseuchtes, ganz schmutziges. So knüpfen sich denn auch thatsächlich die letztjährigen Choleraausbrüche, die auf Verunreinigung des Flusswassers zurückzuführen sind, wie die an der Saale bei Nietleben, an der Elbe in Hamburg, an der Weichsel bei Danzig, nicht etwa an hochgradig verunreinigte, tintenfarbene Gewässer, sondern an Flüsse, die in den in Rede stehenden Orten, wie mich eigene Anschauung lehrte, wenn nicht rein, so doch nicht entfernt so unrein erscheinen, wie die früher genannten Bäche. Ein Gleiches wie für Cholera dürfte in dieser Beziehung auch für den Unterleibstypus gelten. Nur scheinen eben überhaupt für das Zustandekommen einer Typhus-Ansteckung, namentlich einer Massenansteckung durch Genuss oder Benutzung verunreinigten Flusswassers, nicht entfernt dieselben günstigen Vorbedingungen gegeben zu sein, wie für das Zustandekommen einer Cholera-Infektion oder -Epidemie auf dem gleichen Wege. Denn dann müssten doch, da einzelne Fälle von typhus abdominalis in einer grossen Stadt wohl jahraus jahrein vorkommen, demnach seine Keime fast unaufhörlich in den Fluss gelangen, eigentlich flussabwärts von den Grossstädten unaufhörlich Epidemien von typhus abdominalis herrschen. Es werden nun ja auch wohl Beobachtungen veröffentlicht, aus denen unzweifelhaft hervor-

geht, dass gewisse Typhusfälle, ab und zu auch wohl ganze Epidemien auf Ansteckung durch den Gebrauch verunreinigten Flusswassers zurückzuführen sind, doch bleiben es immer im Verhältniss nur wenige, und spielt dies Moment im Ganzen und Grossen bei der Ätiologie des Typhus keine wesentliche Rolle; nicht entfernt jedenfalls eine so ausschlaggebende, wie bei der Frage der Verbreitungsweise der Cholera. Die Häufigkeit der Typhusfälle hat z. B. in München im Laufe der letzten Jahrzehnte allmählig ganz erheblich nachgelassen. Während 1841 noch 511 Typhuserkrankungen auf 100000 Einwohner kamen, kamen 1880 deren nur noch 10 auf 100000. Diese stetige Abnahme hat stattgefunden trotzdem, dass während der ganzen Zeit ununterbrochen Kanaljauche in die die Stadt durchziehenden Isararme geflossen ist, und zwar Kanaljauche, die sogar von Jahr zu Jahr eine immer bedenklichere Beschaffenheit annahm, da in Folge der Einführung der Wasserklosets immer mehr Fäkalien in sie hineingelangten. Und weiter haben nach Pettenkofer die an der Isar unterhalb Münchens gelegenen Städte Freising und Landshut zur Zeit im Verhältniss mehr Typhus wie München, jedenfalls nicht weniger wie früher, als doch der Isar viel mehr Typhuskeime durch die Abwässer Münchens zugeführt wurden als jetzt. Die Zahl der Typhuserkrankungen hat eben in München sich abhängig gezeigt von der Verunreinigung des Bodens und hat mit den fortschreitenden Massnahmen der Bodenreinhaltung abgenommen, nicht aber vom Reinheitsgrad, den die die Stadt durchziehenden Wasseradern jeweilig gezeigt haben. Und so mögen auch im Allgemeinen bei der Verbreitung des typhus abdominalis ganz andere Faktoren als verunreinigtes Flusswasser in der Regel die Hauptrolle spielen. Indess gehört zweifellos eine Typhusinfektion durch verunreinigtes Flusswasser zu den Möglichkeiten, mit denen man sehr wohl rechnen muss, z. B. sehr möglich erscheint sie in den Städten, wo in offenen Kanälen reines Bachwasser häufig absichtlich zu Gebrauchszwecken durch die Strassen der Stadt geleitet wird, und nun auch thatsächlich allgemein fleissig zum Spülen, Scheuern, Waschen u. s. w. in Anwendung gezogen wird. Solche Verhältnisse liegen z. B. vor oder bestanden doch bis vor kurzem in Nürnberg, Kassel, Jena, Tennstädt, Hameln.

Es kann hier das, was eben nicht weit oberhalb von dem Nachbar in den Bach gespült wurde, weiter unten eventuell unmittelbar daneben zufällig im Schöpfgefäss direkt wieder aufgefangen werden, und so, wenn es gerade infektiöser Natur ist, zur Ansteckung führen. Dass aber auf diese Weise zustande gekommene Typhusepidemien nicht zu den alltäglichen Ereignissen gehören, sondern verhältnissmässig selten sind, geht schon daraus hervor, dass man derartige Vorkommnisse noch jetzt für die Veröffentlichung werth hält. Dass sie aber so verhältnissmässig selten sind, das dürfte vielleicht an den besonderen Eigenschaften des Typhuserregers selbst liegen. Es scheinen die Typhusbacillen, die in sterilem Wasser längere Zeit zu leben vermögen, in unreinem fliessenden Wasser keine günstigen Lebensbedingungen zu finden, jedenfalls weniger günstige wie die Cholerabacillen. Sie gehen in Kanaljauche zu Grunde, schneller sogar wie in einem Koth-Urin-Gemisch; nach sechs Tagen konnte Schiller\*) sie in Kanaljauche nicht mehr nachweisen, während sie in Abortinhalt noch nach 27 Tagen aufzufinden waren. Cholerabacillen hatten unter den gleichen Bedingungen noch nach 13 bzw. 14 Tagen ihre Keimfähigkeit bewahrt. Da also die Gefahr, der Vermittler von ansteckenden Krankheiten zu sein, bei einem Flusse nicht annähernd parallel geht mit dem Grade seiner Verschmutzung, so folgt daraus, dass man Verunreinigung eines Flusses nicht ohne weiteres Zusammenwerfen und als gleichwerthig ansehen darf mit dem Begriffe des Inficiertseins mit Krankheitskeimen. Es kann sehr wohl die grobe Verunreinigung eines Wasserlaufes zu ernstest Klagen Veranlassung geben, ohne dass eine nennenswerthe Ansteckungsgefahr von ihm droht, und es brauchen über grobe Verunreinigung eines Flusses durchaus noch keine Beschwerden einzulaufen, und doch können in Bezug auf den Zustand desselben die ernstesten sanitären Bedenken bestehen.

Da sonach das direkte Einlassen von städtischem Sielwasser in Flüsse in den meisten Fällen keineswegs eine gleichgültige Sache ist, vielmehr recht häufig zu zahlreichen Un-

---

\*) Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. VI. S. 197.

zuträglichkeiten Veranlassung giebt, so tritt oft genug an die zuständigen Behörden die Nothwendigkeit heran, in dieser Beziehung Abhülfe zu schaffen.

Das radikalste Mittel dazu, das zugleich alle bestehenden und drohenden Misstände mit einem Schlage beseitigen würde, wäre natürlich das, dass man überhaupt und grundsätzlich für alle Fälle direktes Einleiten von Abfallwässern in Flussläufe ausschliessen würde. Dadurch würde zweifellos der Flussverunreinigung am schnellsten und gründlichsten gesteuert. — Und in der That wird auch von verschiedenen Seiten verlangt, dass ungereinigte Abwässer niemals einem Flusslaufe zugeführt werden dürften. So stellte z. B. Virchow in der Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Berlin 1883 die These auf: „Die Einführung von Abtrittstoffen in öffentliche Wasserläufe ist unter allen Umständen bedenklich, und in Städten unter 100000 Einwohnern nur bei besonders günstigen Stromverhältnissen, auch dann nicht ohne besondere Vorrichtungen für Desinfektion und Sedi- mentirung zulässig. Auch die Ableitung des Strassen- und Hauswassers grosser und mittlerer Städte in öffentliche Flüsse ist nur nach erfolgter Sedimentirung zu gestatten.“

Auf den gleichen Standpunkt stellte sich die Königlich Preussische wissenschaftliche Deputation in Berlin; auch sie war ein grundsätzlicher Gegner der unmittelbaren Einleitung städtischer Unrathskanäle in Flussläufe. Und noch neuerdings hat Frankland auf dem hygienischen Kongress zu London 1891 völlige Reinigung der Abwässer vor ihrem Eintritt in den Fluss gefordert. Am schärfsten aber sind die Gegensätze in dieser prinzipiellen Frage bei Gelegenheit der Einführung der Schwemmkanalisation in München aufeinandergeplatzt. In dieser Frage äussert sich z. B. Praussnitz\*) folgendermassen:

„Das reissende Gefäll der wasserreichen Isar, welche vor der erst in neuerer Zeit begonnenen Korrektion alljährlich in weiter Ausdehnung über ihre Ufer getreten, hat es bedingt, dass in ihrer nächsten Nähe eine Niederlassung unmöglich

\*) Praussnitz, Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar u. s. w. S. 71.

war. Es sind daher die auf beiden Seiten liegenden Ortschaften vom Flusse selbst eine beträchtliche Strecke, in minimo etwa 1 km, entfernt. Jede Benutzung des Wassers ist ausgeschlossen, da dasselbe besonders im Frühjahr und Sommer zum Trinken zu trüb, zum Baden zu kalt ist. Die Schifffahrt ist wegen des starken Gefälls nicht möglich, nur wenige Holzflösse werden von München aus flussabwärts geführt. Die Verhältnisse liegen daher hier so günstig wie nur irgend denkbar, da eine Verbreitung von Infektionskrankheiten durch das von Niemandem benutzte Wasser höchst unwahrscheinlich oder richtiger unmöglich ist.“

Dazu bemerkt Uffelmann:<sup>1)</sup>

„Aber auch die unterhalb der Stadt München liegenden aus der Isar ihren Wasserbedarf schöpfenden Ortschaften müssen berücksichtigt werden, und für sie ist die Einleitung der ungereinigten Schmutzwässer in jenen Fluss, auch wenn er ein grosses Selbstreinigungsvermögen hat, eine Massnahme, welche vielleicht gesundheitliche Gefahren schafft, gewiss aber eines der unentbehrlichsten Lebensmittel zu einem unappetitlichen macht.“

Wenn nun auch zugegeben werden muss, dass ein prinzipielles Verbot, Abwässer ungereinigt in einen Fluss abzulassen, bei weitem am sichersten der Verschmutzung der Wasserläufe steuern würde, so muss dem doch auf der anderen Seite entgegengehalten werden, dass durch Einführung einer solch rigorosen Massregel ganz unnöthig eine Menge Härten bedingt werden würden. Denn einer Stadt, die ihr Sielwasser direkt in den Fluss einlassen kann, erwachsen daraus recht beträchtliche Vortheile; und zwar ist es namentlich der Kostenpunkt, der hier die Hauptrolle spielt. Jedes besondere Reinigungsverfahren kommt ziemlich theuer zu stehen, es kostet die deutschen Städte jährlich pro Kopf zwischen etwa 30 Pfennig (Berlin) und 120 Pfennig (Frankfurt). Diese Summen also werden erspart, wenn man den Kanalinhalt direkt in den Fluss einleitet. Wenn nun thatsächlich durch diese Schmutzwasserzuführung keinerlei Missstände her-

<sup>1)</sup> Supplement zu Jahrgang 1893 der deutschen Vierteljahrsschrift des Vereins für öffentliche Gesundheitspflege.

vorgerufen werden, oder ernsthaft zu befürchten stehen, so würde es doch eine sinnlose Verschwendung bedeuten, wenn man von einer solchen Gelegenheit, beträchtliche Summen zu sparen, nicht Gebrauch machen wollte oder sollte. Und in der That haben ja auch eingehende Untersuchungen festgestellt, dass derartige Fälle, wo trotz langjähriger Sielwassereinleitung in den Wasserlauf keinerlei Unzuträglichkeiten sich herausgebildet haben, nicht zu den Seltenheiten gehören.

So lässt sich z. B. eine Verunreinigung der Elbe durch die Abwässer Dresdens chemisch überhaupt nicht, bakteriell kaum nachweisen. Desgleichen verschwinden die Schmutzwässer Münchens in der Isar vollkommen, ohne zu irgend welchen thatsächlichen Missständen oder gesundheitlichen Schädigungen zu führen.

Es besorgen also gewisse Flüsse in der That das Wegführen und Unschädlichmachen der in sie hineingelangen den Abfallwässer, ohne dass irgend ein Übelstand dabei zu Tage träte, und — ein bedeutender Vortheil — ohne dass es die genannten Städte einen Pfennig kostete.

Die Flüsse besitzen eben in ganz ähnlicher Weise, wie der Ackerboden auch das Vermögen, Schmutzmassen, die in sie hineingelangt sind, zu zersetzen resp. sich ihrer wieder zu entledigen. Selbstverständlich hat dieses Selbstreinigungsvermögen seine Grenzen; werden diese überschritten, so treten eben dann die oben beschriebenen Missstände zu Tage. Auf dieses Selbstreinigungsvermögen der Flüsse müssen aber zu guterletzt auch sämtliche künstlichen Verfahren der Abwässerreinigung noch mit zurückgreifen. Denn selbst bei der Reinigungsmethode, die das Beste leistet, dem Rieselfahren, gelangen einestheils doch noch Stoffe in das Flusswasser, die nicht absolut gleichgültig sind, wie Ammoniak und Salpetersäure, und zudem muss eine jede Stadt bei jeder Anlage, die sie treffen mag, für Fälle bedeutender Regengüsse an ihren Kanälen Nothauslässe anbringen. Die Wassermassen, die durch diese letzteren ungereinigt in die Flüsse gelangen, müssen dann doch dem Selbstreinigungsvermögen des Wasserlaufes überlassen werden.

Es fragt sich daher eigentlich nur: in wie weit will und

darf man eventuell von der eben besprochenen günstigen Eigenschaft der Flüsse, die zudem noch in den verschiedenen Fällen verschieden stark entwickelt ist, nun thatsächlich auch Gebrauch machen; sie ganz unbenutzt zu lassen, das vermag man ja eben überhaupt nicht. In Erwägung dieser Verhältnisse nimmt denn auch eine beträchtliche Anzahl Forscher jetzt nicht mehr jenen direkt verneinenden, sondern einen mehr vermittelnden Standpunkt ein.

Das Kaiserliche Gesundheitsamt will je nach örtlicher Sachlage und von Fall zu Fall die Frage entschieden sehen.

Flügge\*) giebt an, man solle seinen diesbezüglichen Entscheid abhängig machen

1. von der Menge der gelieferten Kanaljauche,
2. von der Wassermenge des Flusses,
3. von dessen Stromgeschwindigkeit,
4. von der Ufergestaltung und dem Verlaufe des Flusses,
5. von der Bewohnung der stromabwärts gelegenen Ufer und von der Benutzung des Flusswassers.

v. Pettenkofer giebt sogar in der Beziehung eine Regel an; gestützt auf seine langjährigen Erfahrungen stellt er den empirischen Satz auf, dass man gewöhnliches Sielwasser sammt Fäkalien unbedenklich in jeden Fluss oder Bach einleiten dürfe, dessen Wassermenge mindestens das Fünfzehnfache von der Menge des Sielwassers und dessen Geschwindigkeit keine geringere ist als die des Sielwassers.

Dem gegenüber verlangt allerdings wieder Uffelman, dass das zum Trinken dienende Wasser unter allen Umständen appetitlich sein müsse; „eine direkte Einleitung von Exkrementen in einen Wasserlauf der zur Trinkwasserversorgung dient, sollte allemal verboten werden.“

Man ist sich sonach über die prinzipielle Frage, ob das Einleiten ungereinigten Sielwassers in einen Fluss unter allen Umständen zu verbieten, oder doch unter gewissen Verhältnissen zu gestatten sei, zwar durchaus noch nicht vollkommen einig, doch scheint man sich in der Mehrheit zur milderen Auffassung hinzuneigen.

So hat auch der erweiterte bayerische Obermedicinalaus-

---

\*) Flügge, Grundriss der Hygiene. S. 433 und 434.

schuss in seiner Sitzung vom 30. November 1892 in München, die Einleitung der Fäkalien Münchens in die Isar mitsamt den Abwässern der Stadt unter Anempfehlung gewisser Vorsichtsmassregeln einstimmig gut geheissen, und das Kaiserliche Gesundheitsamt hat die unmittelbare Einlassung der Kanalaucha von Neisse (20000 Einwohner) in den Biele-Arm für statthaft erklärt.

Es lauten die die Münchener\*) Verhältnisse betreffenden Sätze folgendermassen:

1. Die Genehmigung zur Einleitung der Fäkalien von München in die Isar giebt vom hygienischen Standpunkte aus zu keiner Erinnerung Anlass:

2. Es besteht keinerlei Bedenken gegen die unter 1. begutachtete Einleitung in Rücksicht auf die unterhalb Münchens an der Isar liegenden Orte.

Nehmen wir indessen einmal den Fall als gegeben an, es wäre für einen bestimmten Ort unter Berücksichtigung aller einschlägigen Umstände doch nicht für angängig erachtet worden, die Abwässer auf diesem kürzesten Wege durch direktes Ablassen in den Fluss zu beseitigen. Man sähe sich vielmehr gezwungen, diese am billigsten arbeitende und in ausgiebigster Weise seit Alters in Gebrauch stehende Methode der Abwässerreinigung zu verlassen und zu einem besonderen künstlichen Reinigungsverfahren überzugehen.

Die nächste Frage, die es alsdann zu entscheiden gelten würde, wäre die, „welcher Weg wird uns dann wohl am besten zum Ziele führen?“ Wir müssten demnach zunächst Umschau halten, was für Methoden es überhaupt giebt, um Abfallwässer zu reinigen, dann, ob unter diesen Methoden etwa eine unter allen Umständen am empfehlenswerthesten ist, bzw. welche Methode denn in dem bestimmten Falle die meisten Vorzüge bietet, also zu wählen sein würde.

Die ältesten Erfahrungen auf unserem Gebiete besitzen die Engländer. Bei ihnen hat sich die Industrie früher entwickelt als bei uns, bei ihnen ist früher die städtische Bevölkerung eine zahlreiche geworden, es ist die Verunreinigung

\*) Protokoll der Sitzung des erweiterten Obermedicinalausschusses am 30. November 1892. S. 42 und 43.

der Flussläufe bei ihnen eher hervorgetreten und hat so auch eher zu Abhilfemassregeln gedrängt. Infolge davon ist denn auch ein gut Theil der Methoden zur Reinigung der Abfallwässer, namentlich der älteren, englischen Ursprungs; in den letzten Jahrzehnten aber, wo eben auch bei uns die beregte Frage eine brennende geworden ist, hat sich auch deutsche Wissenschaft und deutsche Technik eifrig und mit bestem Erfolge an der Lösung der genannten Aufgabe betheilig, und gerade die neueren wesentlichen Fortschritte auf diesem Felde, sowohl in theoretischer wie in praktischer Beziehung knüpfen sich hauptsächlich an deutsche Namen.

## Die Abfallwässer.

Die gar zu specielle Frage der Reinigung der Abwässer jedes einzelnen irgendwie gearteten Fabrikationszweiges oder jeder sonstigen technischen Anlage soll nun hier nicht erörtert werden. In den Städten wird man ja zumeist das direkte Einlassen auch dieser Schmutzwässer in die Kanäle gestatten oder wenigstens mit der Einschränkung, dass sie nur einen bestimmten Prozentsatz von schädlichen Stoffen wie Säuren und Alkalien enthalten dürfen oder dass besonders bedenkliche und schmutzige Abwässer einer gewissen Vorklärung unterworfen werden. Es enthalten also die städtischen Kanalwässer immer auch eine Menge Fabrikabgänge und führen sie einer etwaigen Reinigungsanstalt zu, die damit auch für sie aufzukommen hat. Wo es sich aber um alleinstehende Fabrikanlagen etc. handelt, bei denen sich wegen hervorgetretener Missstände eine Reinigung der Abfallwässer nöthig macht, da ist diese Frage doch in der Regel eine wesentlich einfachere zu lösende und durchsichtigere wie bei den städtischen Abwässern; sie ist hier vielfach nahezu rein chemisch-technischer Natur. Häufig sind es hier nämlich nur einzelne ganz bestimmte Stoffe, die es gilt unschädlich zu machen; welches Verfahren aber dabei einzuschlagen ist, das richtet sich natürlich ganz nach der jedesmaligen Beschaffenheit und Menge der Abwässer und wird demnach von Fall zu Fall bestimmt werden müssen. Ausserdem stellen aber Zusammensetzung und Menge eines Fabrikabwassers zumeist genau bestimmbare sich gleichbleibende Grössen dar, die man sonach als feststehend in Rechnung setzen kann, während gerade, wie wir sehen werden, die wechselnde Zusammensetzung und schwankende Menge der städtischen Kanaljauche eine der

Hauptschwierigkeiten darstellt, die es bei Ausführung der Reinigung zu bewältigen giebt.

Es soll deswegen hier auf die specielle Reinigung der einzelnen Fabrikabwässer nicht genauer eingegangen, die Frage vielmehr nur gelegentlich gestreift werden, während die Reinigung der städtischen Spüljauche ausführlich behandelt wird. Die allgemeinen Grundsätze, die sich hierbei ergeben, erweisen sich zudem auch als gültig für die Behandlung aller oben genannten technischen Abwässer und ist deswegen ihre Kenntniss und Berücksichtigung auch bei Errichtung jeder solch ganz speciellen Reinigungsanlage unbedingt erforderlich.

Da es bei der Beurtheilung des Werthes einer Reinigungsmethode selbstverständlich schwer ins Gewicht fällt, in wie weit durch dieselbe die schädlichen Stoffe denn nun auch wirklich ausgeschieden werden, so dürfte es zunächst am Platze sein, erst einmal kurz auf die allgemeine Beschaffenheit und Zusammensetzung der städtischen Sielwässer einzugehen. Wir werden dann auch ein um so besseres Urtheil darüber gewinnen, was es hauptsächlich aus den Abwässern zu entfernen gilt, ehe man sie unbedenklich wird in den Fluss ablaufen lassen können.

Die Zusammensetzung der städtischen Sielwässer, die ein Gemisch bilden, hervorgegangen aus:

1. Closet- und Pissoirabgängen,
2. Haus- und Küchenwässern,
3. Hof- und Strassenwässern,
4. Gewerbe- und Industriewässern,
5. Regenwasser,

ist in den verschiedenen Städten eine recht verschiedene. Und zwar richtet sich ihre Beschaffenheit hauptsächlich nach der Beschäftigungsweise der Einwohner, der vorherrschenden Industrie, dem guten und schlechten Zustande, in dem die Kanäle sich befinden, weniger, als man meinen sollte, danach, ob Fäkalien regelrecht in die Kanäle eingeleitet werden oder nicht. Es können sogar die Abwässer einer Stadt, die bei gut durchgeführter Kanalisation sämtliche Fäkalien abschwemmt, wie das Beispiel Frankfurts beweist, einen viel besseren Charakter tragen, als die von Städten ohne Fäkalien-

ableitung. Es gelangen eben auch in jenen Städten eine Menge Abtrittstoffe trotz alledem schliesslich in die Kanäle. — Schon der äusseren Beschaffenheit nach zeigen die Sielwässer grosse Differenzen. So wird das Wasser des Sammelkanals von Paris geschildert als „tief-schwarz mit organischen Resten aller Art, mit Gemüsen, Pfropfen, Geweben, Haaren, Kadavern von Hausthieren beladen, mit einer fettigen Schicht überzogen; es befindet sich in hochgradigster ekelregender Zersetzung.“ Halle'sches Kanalwasser vom Oktober 1887 wird bezeichnet als: „von Farbe blau-grau, sehr übelriechend. Liefert starken Bodensatz von braunschwarzer Farbe.“ In anderen Städten hingegen, namentlich wenn bei gut angelegten Kanälen die Abwässer schnell und vollständig, ohne eine Stagnation durchgemacht zu haben, immer abfliessen, demnach keine Zeit haben, im Sielnetz selbst Zersetzungen einzugehen, ist ihr Zustand ein wesentlich besserer. „Sie sind nur leicht gelblich bis braun gefärbt, in mässiger Schicht ziemlich durchsichtig, ja vielfach nur opalisirend. Unter den suspendirten Theilchen wird namentlich das Papier dort auffällig, wo durch die Kanalisation auch die Fäkalien entfernt werden.“ Diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Kanaljauche von verschiedenen Städten ist deswegen von praktischer Bedeutung, weil unter Umständen das einzuschlagende Reinigungsverfahren danach zu modificiren ist. So wirkt z. B. neben dem Kalk ein Thonerdezusatz zu den Frankfurter Kanalwässern wesentlich die Klärung begünstigend, während in Wiesbaden davon ein nennenswerther Nutzen nicht zu erkennen war. — Es schwankt aber auch die Kanaljauche ein und derselben Stadt bezüglich ihrer Menge, ihres Aussehens, des Gehalts an festen und gelösten Stoffen ausserordentlich, je nach der Jahreszeit, Witterung, ja nach den Wochentagen, Tages- und Nachtstunden. Es sind diese Schwankungen von grosser Wichtigkeit, sowohl für das Grössenausmass der zu errichtenden Anlage, wie für die Art des ganzen laufenden Betriebes. Dies gilt namentlich für die chemischen Reinigungsmethoden. Es müssen daher die Einrichtungen immer so getroffen werden, dass auch ein Mehrfaches der gewöhnlich in der Zeiteinheit zuströmenden Schmutzwassermasse bewältigt werden kann, und die Menge des jeweilig zuzusetzenden Chemikals immer

möglichst genau der Menge und der Beschaffenheit der eben zuströmenden Abwässer angepasst ist. Wie bedeutend diese Schwankungen sind, mögen folgende Beispiele zeigen. Die Halle'sche Abwasserreinigungsanstalt hat täglich durchschnittlich 900 cbm Schmutzwasser zu verarbeiten, ist aber eingerichtet auf eine Maximalleistung von 3000 cbm, und die Frankfurter bei 25—30000 cbm täglich zufließenden Abwässern auf eine solche von 80000 cbm. Es vertheuert dieser Umstand die ganze Anlage immer bedeutend, namentlich bei chemischer Klärung.

Als Beispiel für die Schwankung in der chemischen Zusammensetzung der Spüljauche und für deren Zusammensetzung möge folgendes dienen:

Halle'sches Sielwasser schwankt nach Hüllmann im Gesamt-Rückstand zwischen 1,6—1,56 und 6,5—77 gr pro Liter. Eine Probe Frankfurter Sielwassers\*) enthielt pro Liter 1584 mgr feste Bestandtheile, davon

suspendirt:

	Summe . . . . .	623 mgr
	Mineralstoffe: Glührückstand . . . . .	232 "
organische Stoffe	{ Summe Glühverlust . . . . .	390 "
	{ organischer Stickstoff . . . . .	30 "
	{ oxydirbar durch Sauerstoff . . . . .	50 "

gelöst:

	Summe . . . . .	961 "
	{ Summe Glührückstand . . . . .	365 "
Mineral- stoffe	{ Thonerde und Eisenoxyd . . . . .	77 "
	{ Kalk . . . . .	32 "
	{ Schwefelsäure . . . . .	59 "
	{ Chlor . . . . .	192 "
organische Stoffe	{ Glühverlust . . . . .	596 "
	{ Stickstoff, organischer . . . . .	2,4 "
	{ „ Ammoniak . . . . .	110,2 "
	{ oxydirbar durch Sauerstoff . . . . .	28,1 "

1 cbm der Flüssigkeit enthält 3000000 Keime.

Was nun die Bedeutung dieser einzelnen Schmutzsubstanzen betrifft, so ist die der suspendierten Theile einschliesslich

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung u. s. w. S. 99.

der Farbstoffe von vornherein klar. Sie bedingen der Hauptsache nach die Trübung des Wassers und stellen die Hauptmassen für die Schlamm- und Schlammfällung. Da ein grosser Theil von ihnen organischer Natur ist, so erklärt sich daraus die Neigung dieses Schlammes zu Fäulniss. Doch auch die gelösten Substanzen sind nicht gleichgültig, auch sie neigen zum grossen Theil zu Zersetzung, bieten den Mikroorganismen einen günstigen Nährboden und geben so zusammen mit den Schlamm- und Schlammfällungsmassen Veranlassung zu den oftmals so bedeutenden Geruchsbelästigungen.

Der Gehalt der Abwässer an Bakterien, der gleichfalls ein sehr schwankender ist, — er betrug in Halle z. B. am 20. Juli 1888 2,5 Millionen, am 28. Juli 1888 15 Millionen pro cbcm — und der im Allgemeinen um so bedeutender zu sein pflegt, je schlechter die abführenden Kanäle arbeiten und je mehr sie ihren Inhalt stagniren lassen — giebt an und für sich noch kein richtiges Mass für die gesundheitsgefährliche Bedeutung der betreffenden Spüljauche. Denn nicht sowohl die Anzahl der Bakterien, die man pro Kubikcentimeter findet, ist das Ausschlaggebende, sondern vielmehr welcher Art sie sind. Die Fäulnissbakterien machen, auch wenn sie in grösseren Massen in ein Wasser hineingelangen, dasselbe noch nicht direkt gesundheitsschädlich; das wird es erst, wenn es pathogene Bakterien aufgenommen hat. Der jeweilige Gehalt der Abwässer an pathogenen Bakterien macht demnach das hauptsächlich sanitär Bedenkliche an ihnen. Eine andauernde Kontrolle der Sielwässer nach der Richtung könnte, wenn überhaupt ausführbar, sehr wohl von gewisser praktischer Bedeutung sein. Man könnte sich sehr wohl denken, dass z. B. in gewissen Grenzfällen, wo direktes Einleiten von Abwässern in Flussläufe lediglich aus sanitären Gründen bedenklich ist, vielleicht weil die Flussufer stromabwärts dicht bewohnt sind, dass hier für gewöhnlich die Abwässer ungeklärt in den Fluss abgelassen werden dürften, dass aber für die Zeiten ihre vorhergehende Desinfektion angeordnet würde, wo pathogene Keime überhaupt oder in einer gewissen Zahl in ihnen auftreten. Denn wenn es möglich wäre, den Eintritt der gar nicht zahlreichen wirklich gefahrdrohenden Mikroorganismenarten in die Abwässer

überhaupt zu verhüten, oder sie doch, sobald sie in letzterem erscheinen, zu vernichten, so würde doch damit für solche Fälle das Erforderliche geleistet sein und zwar ohne dass man zugleich auch eine überflüssige Arbeit verrichtet und so unnütz Geldausgaben gemacht hätte.

Man muss demnach sehr unterscheiden, von welchen der in den Abwässern enthaltenen Substanzen Schaden und Gefahr droht, ob es der Schmutz, ob es die Mikroorganismen, ob und inwieweit es beide sind. In Erwägung würde dann auch noch zu ziehen sein, bis zu welchem Grade denn die Schmutzwässer von den als schädlich erkannten Substanzen zu reinigen wären. Eine allgemein gültige Norm in dieser Beziehung aufzustellen, wie viel also ein gereinigtes Wasser noch Schmutzstoffe in maximo pro Liter enthalten dürfe, um noch zu genügen, — hat sich als zweckentsprechend nicht erwiesen. Sind doch die Missstände, die es zu vermeiden gilt, nicht allein abhängig von dem Gehalt der einzuführenden Abwässer an Schmutzstoffen, sondern auch von deren Beschaffenheit, der Wassermenge, der Stromgeschwindigkeit des Wasserlaufs, der sie aufnehmen soll, sowie in nicht geringem Masse davon, ob und wie das Flusswasser nach abwärts von der Einlassstelle in Gebrauch gezogen wird. — Diese Momente alle sind also bei der Bestimmung, wie weit die Schmutzwässer gereinigt sein müssen, in Rechnung zu ziehen und sie werden der Hauptsache nach bestimmend sein dafür, welches besondere Reinigungsverfahren man schliesslich zu wählen haben wird. Jedenfalls wird man doch nur das Verfahren wählen können, das das für den betreffenden Fall als nothwendig Erkannte in ausreichendem Masse und auf die vortheilhafteste Weise leistet.

Zur Würdigung der allgemein in Betracht kommenden Verhältnisse dürfte die Erörterung folgender Frage noch von Belang sein: Wie hoch wird sich ungefähr die zu reinigende Abwässermenge jeweilig belaufen?

Sie beträgt

für Berlin	pro Kopf und Tag gegen	110 Liter
„ Halle	„ „ „ „ „	90 „
„ Frankfurt a. M.	„ „ „ „ „	180 „

Es handelt sich also bei grösseren Städten um ganz enorme Wassermassen, die es zu bewältigen gilt. Die jährliche Abwässermenge Berlins von 60 Millionen cbm würde einen Eiskwürfel von etwa 400 m Seitenlänge geben, während die Wasserleitung in derselben Zeit nur 33 Millionen cbm, also einen Eiskwürfel von gegen 300 m Seitenlänge in die Stadt hineingeliefert hatte. Es gilt demnach bei der Abwässerbeseitigung nicht nur die sämtlichen durch die Wasserleitung in eine Stadt hineingeführten Wassermassen wieder herauszuschaffen, sondern noch wesentlich mehr. Und zwar setzt sich dieses Plus zusammen aus

1. Dem Regenwasser,
2. Dem aus Strassen- und Hofbrunnen entnommenen Wasser.
3. Dem für Badeanstalten und für gewerbliche Zwecke z. B. Kühlwasser etc. aus Tief- resp. Rohrbrunnen und aus öffentlichen Wasserläufen entnommenen Wasser.
4. Den in dem Kanalwasser enthaltenen Küchen- und Klosetabgängen.

Es ist dabei angenommen, dass die Stadt, die daran geht, oder wie es noch häufiger der Fall ist, daranzugehen angehalten wird, ihre Abwässer vor der Einleitung in den Flusslauf einer Reinigung zu unterziehen, dass diese Stadt auch regelrecht kanalisirt ist, dass also durch ein Kanalnetz alle Abwässer der Stadt, welcher Natur sie auch sein mögen, der Kläreinrichtung zugeführt werden.

Ganz gewöhnlich liegt nämlich in Deutschland die Sache so, dass da, wo Kläranstalten vorhanden sind, die Regierung die Genehmigung der der Stadt höchst erwünschten allgemeinen Kanalisation davon abhängig gemacht hat, dass gleichzeitig eine Kläreinrichtung für die zu erwartenden Abwassermassen hergestellt werde. Und da haben denn nun die meisten dieser Städte, sämtlich, sofern sie Grossstädte sind — in Erkennung der grossen Vortheile, die die Abführung der Fäkalien zugleich mit den Schmutzwässern bietet — Schwemmkanalisation eingeführt, so dass die Sielwässer dann alle die oben beschriebenen Massen in der That auch mit sich führen und der betreffenden Reinigungsanstalt zufließend, ihr überantworten.

Zu bedenken wäre ferner noch, dass die besprochene Wassermasse nicht in einem gleichmässigen Strome von einer vorher bekannten oder auch nur irgendwie vorauszusehenden Stundenliterzahl den Reinigungswerken zuströmt, sondern dass in dieser Beziehung die grösste Ungleichmässigkeit vorwaltet. Erklärt sich ja die letztere zur Genüge aus den Gewohnheiten der menschlichen Haushaltung und industriellen Thätigkeit, sowie dem Wechsel der Witterung mit den dadurch gelieferten zeitlich sehr verschiedenen Abwassermengen.

---

## Die verschiedenen Methoden zur Reinigung der Abfallwässer.

Die Zahl der überhaupt jemals zur Abwässerreinigung vorgeschlagenen Mittel und Methoden ist eine ausserordentlich grosse. In England allein sollen nach Heusers Angabe 500 bis 600 verschiedene Systeme und Chemikalien, die diesem Zwecke dienen sollen, patentirt worden sein. Doch hat sich nur ein recht kleiner Theil von ihnen als brauchbar erwiesen; die meisten haben nur eine vorübergehende, versuchsweise Anwendung erfahren und sind dann als unpraktisch verlassen worden.

So zahlreich und mannigfaltig diese Mittel aber auch sein mögen, alle lassen sich nach den dabei in Anwendung gezogenen wirksamen Prinzipien in eine der wenigen nachfolgenden Gruppen einreihen. Man kann Reinigung der städtischen Abfallwässer anstreben durch

1. Berieselung,
2. Filtration,
3. Mechanisches Absetzenlassen in Klärteichen,
4. Zusatz von Chemikalien,
5. Gährungs- bzw. Fäulnisprozesse,
6. Elektrizität,

sowie selbstverständlich durch eine Kombination zweier oder mehrerer dieser verschiedenen Grundverfahren unter einander.

Diese kombinirten Verfahren sind sogar bei der wirklichen praktischen Ausführung solcher Abwässerreinigungsanstalten am zahlreichsten vertreten. — Die eben angeführte Gruppierung ist deswegen auch von besonderer Bedeutung, weil der Effekt, der mit einem jeden von den vielen angegebenen Verfahren zu erzielen ist, sich vollkommen abhängig erweist von dem oder den je-

weilig in Anwendung gezogenen wirksamen Prinzipien. Es lässt sich demnach der Werth und die Leistungsfähigkeit eines jeden einzelnen in Vorschlag gebrachten Verfahrens der Hauptsache nach abschätzen, wenn man die Leistungsfähigkeit der wenigen eben erwähnten Grundverfahren kennt.

Betrachten wir nunmehr die einzelnen Hauptverfahren, die zur Reinigung der städtischen Abfallwässer angewandt werden können, genauer, und prüfen wir sie auf ihre Leistungsfähigkeit und praktische Verwendbarkeit.

### I. Das Rieselfverfahren.

Die allgemeine Einrichtung ist, wenn wir der Beschreibung die Berliner\*) Verhältnisse als einer als mustergültig anerkannten Anlage zu Grunde legen, etwa folgende:

Das durch die Kanäle abgeleitete Haus- und Regenwasser wird in frischem Zustande einer Pumpstation zugeführt; in nur seltenen Fällen nämlich wird es wohl möglich sein, nur mit natürlichem Gefäll auszukommen. Diese Pumpstation befördert die Wässer dann durch eine Rohrleitung ohne Aufenthalt auf die Rieselfelder. Von den Punkten, wo diese Leitung die Rieselfelder erreicht, theilt sie sich in einzelne Zweige, von welchen jeder nach einem höher gelegenen Punkte des Rieselfeldes führt.

Jeder dieser höher gelegenen Punkte beherrscht einen Theil des Rieselfeldes, das sich von ihm aus nach den Seiten hin abflacht. Sobald der auf dem relativ hochgelegenen Punkte befindliche Auslasschieber geöffnet wird, vertheilt sich das herausfließende Wasser in die den betreffenden Theil des Rieselfeldes durchschneidenden Bewässerungsgräben. An den Auslassstellen selbst sind noch Schlammfänge angelegt, in denen das ausströmende Wasser erst einigermaßen zur Ruhe kommt, und hierbei die gröbereren, schwebenden Bestandtheile, insbesondere den Sand fallen lässt. Der hier gewonnene Schlamm wird von den benachbarten Landwirthen als Düngemittel gerne gekauft und mit 1,50 M. pro 1 cbm verwerthet.

\*) Verwaltungsbericht des Magistrats zu Berlin. Bericht der Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke 1882/83. S. 10.

Den genannten Bewässerungsgräben entsprechen nun jeweilig Entwässerungsgräben, welche das in den Untergrund versunkene und durch die Filtration des Bodens gereinigte Rieselwasser durch Drains, oder wo solche nicht vorhanden sind, aus dem Boden direkt aufnehmen und den öffentlichen Wasserläufen sodann zuführen. Eine unmittelbare Verbindung der Be- und Entwässerungsgräben, und ein unmittelbares Einströmen der ungereinigten Rieselwässer aus jenen in diese wird durch breitere Wege oder hoch gelegene Dämme verhindert. Die Rieselflächen selbst sind in drei Gruppen zerlegt; auf den am stärksten geneigten Theilen sind Wiesen, auf den flach geneigten Gemüsebeete und auf den annähernd horizontalen Einstaubassins angelegt worden.

Die zu Gemüsebeeten eingerichteten Stücke bestehen aus mehreren terrassenförmig aufeinander folgenden Gruppen von einzelnen Beeten. Jede Gruppe oder Terrasse liegt in sich horizontal; die einzelnen Beete sind ca. 1 m breit und von sehr verschiedener dem Terrain angepasster Länge; jedoch sind dieselben nicht über 24—30 m lang gemacht, wenn das Wasser nur von einer Seite her in das Stück eintreten kann. Die Bewässerung findet in der Weise statt, dass das Schütz der Einlassdrumme jeder Gruppe so lange gezogen bleibt, bis die die Beete umgebenden Furchen beinahe gefüllt sind; das Wasser tritt dann seitlich in die Beete hinein und berührt so nur die Wurzeln der Pflanzen. Ausserdem sind Vorkehrungen getroffen, um die Beete vor dem Bepflanzen zu überstauen und damit vordüngen zu können.

Die zu Wiesen eingerichteten Stücke bestehen im Allgemeinen aus rechteckig oder doch möglichst regelmässig geformten Flächen, welche hangartig und gleichmässig, d. h. in einem und demselben Gefälle geneigt sind. Die Einlassdrumme befindet sich am höchsten Punkte und giebt das Wasser zunächst an eine Furche von ca. 0,30 m Breite und Tiefe, welche auf der höchsten Kante des Stückes entlang läuft, ab.

Nach Füllung dieser Furche tritt das Wasser auf der ganzen Länge derselben gleichmässig auf die Wiesen über und verbreitet sich, indem es dem Gefälle derselben folgt, allmählich über die ganze Fläche des Stückes.

Die Einstaubassins sind horizontal gelegene Flächen von

verhältnissmässig bedeutender Ausdehnung. Sie müssen mindestens so gross sein, dass die gewöhnliche landwirthschaftliche Bestellung möglich bleibt, und andererseits nicht so gross, dass das aus den Auslasschiebern ausströmende Wasser versinkt, ehe es die von den Schiebern entferntesten Punkte erreicht hat. Es kann also die Grösse eines Bassins je nach der Zahl der in ihm vorhandenen Auslasschieber oder sonstigen Wasserzuführungen eine sehr verschiedene sein, sie schwankt bei den Berliner Anlagen zwischen 2 und 9 ha. Jedes Bassin ist durchweg gut drainirt und von 0,7 bis 1 m hohen und 4 bis 6 m breiten Dämmen umgeben, die als Wege dienen. Die Einstaubassins werden nur in der Zeit vom Oktober bis April berieselt. Es darf ihr Boden beim Beginn der Überstauung nicht gefroren sein und ist zweckmässig in Furchen gelegt, weil der sich absetzende Schlamm von den Kämmen in die Furchenthäler herabrutscht und auf die Weise die Filtrationsfähigkeit des Bodens dann besser erhalten bleibt. Im Frühjahr werden die Bassins, nachdem genügende Abtrocknung erfolgt ist, umgepflügt und mit Weizen, Rüben, Hafer, Ölfrüchten, Hanf, Mais u. s. w. bebaut. Sie sind also der Hauptsache nach dazu bestimmt, während der Frostperiode die Schmutzwässer aufzunehmen, die man nicht anders unterbringen kann.

Dass man im Winter die Berieselung nicht völlig abzubrechen braucht, hat Fadejeff experimentell bewiesen, wurde aber, wie Lissauer's Angaben auf der 13. Versammlung des D. V. für öffentliche Gesundheitspflege beweisen, schon lange vorher seit 1873 in Danzig praktisch im Grossen geübt. Trotz sehr niederer Wintertemperatur, bis  $-22^{\circ}$ , blieb dort das Kanalwasser immer warm genug ( $+5^{\circ}$ ), um auf die Rieselflächen herauszuffliessen. Es wurde so nie nöthig, dasselbe durch einen für diese Eventualität vorgesehenen Auslass direkt in die See wegzuführen. Hat man also genügend grosse Flächen Rieseland zur Verfügung, so dass man trotz der ungünstigen Winterverhältnisse sämmtliche Abwässer auf ihnen unterzubringen vermag, so kann man die Einstaubassins, die noch dazu im Frühjahr durch üble Ausdünstungen lästig fallen, entbehren.

Was nun die Grösse der im Ganzen für eine Stadt be-

nöthigten Rieselfläche angeht, so gilt auf Grund vielfacher in England gemachten Erfahrungen der Satz, dass man im Durchschnitt auf 250 Einwohner 1 ha Land zu rechnen habe. Doch ist diese Zahl selbstverständlich nicht als ein absolut feststehendes Mass zu betrachten, sondern das Terrainbedürfniss kann durch verschiedene Faktoren nach verschiedener Seite hin wesentlich beeinflusst werden. In der einen Stadt wird pro Kopf und Tag mehr Abwasser erzeugt, wie in der anderen, und namentlich ist der zur Verfügung stehende Boden in einem Falle im Stande, mehr Wasser zu verarbeiten, wie im anderen. Es ist im Allgemeinen der Reinigungserfolg ein um so besserer, je weniger Abwässer pro Hektar zugeführt werden, und er wird ein ungenügender, sobald eine gewisse Grenze in der zugeführten Menge überschritten wird. Es führen nun die Städte, die das Rieselfahren eingeführt haben, ganz gewöhnlich wesentlich mehr Abwässer ihren Rieselfeldern zu, als oben als das Normale bezeichnet wurde, weil es eben bald schwer hält, genügend grosse Landstrecken überhaupt zu erwerben, bald aber auch die Stadt beim Anwachsen der Bevölkerung vor den bedeutenden Kosten zurückschreckt, die ein Neuerwerb mit den dann nöthigen Aptrirungsarbeiten immer verursacht. Und dann liefert ein stärkeres Berieseln zwar ein etwas minderwerthigeres Drainwasser, vermag aber häufig den landwirthschaftlichen Ertrag der Ländereien wesentlich zu steigern. Solange das Drainwasser dabei nun wirklich noch den zu stellenden Anforderungen genügt, dürfte gegen diese Gepflogenheit ja auch nicht besonders viel einzuwenden sein — denn man beabsichtigt doch nicht, aus dem Abfallwasser ein Trinkwasser zu machen — doch liegt natürlich die Gefahr nahe, dass unter Umständen aus oben genannten Gründen auch die zulässige Grenze überschritten wird.

Es kommen thatsächlich auf 1 ha Rieselterrain

in Edinburg	die Abwässer von	870	Einwohnern	
„ Penrith	„	„	250	„
„ Rugby	„	„	307	„
„ Banbury	„	„	220	„
„ Warwick	„	„	240	„
„ Bedford	„	„	750	„

in Norwood die Abwässer von 333 Einwohnern				
„ Croydon	„	„	300	„
„ Berlin (91)	„	„	380	„
„ Breslau	„	„	400	„
„ Danzig	„	„	460	„

Sehen wir nun einmal unter Zugrundelegung der Berliner Erfahrungen etwas genauer zu, was denn eine gut eingerichtete Rieselanlage bei sachgemäßem Betriebe für einen Reinigungseffekt zu erzielen vermag.

Die äussere Beschaffenheit der Drainwässer von Beetanlagen und Wiesen lässt nichts zu wünschen übrig. Das Wasser ist entweder klar oder enthält eine geringe Menge gelblicher oder röthlichgelber eisenoxydhaltiger sehr kleiner Flocken suspendirt, welche beim Stehen sich absetzen. Es ist entweder farblos oder eine Spur gelblich und wird beim Filtriren vollkommen klar. Es ist meistens absolut geruchlos, nur selten macht sich an ihm ein erdiger, niemals ein unangenehmer Geruch bemerkbar. Auch bei längerem Aufbewahren zeigt es keine Spur von Fäulnisserscheinungen.

Das Drainwasser von Wiesen pflegt dabei im Allgemeinen noch einen etwas besseren Charakter zu tragen als das von Beeten, insofern es nämlich mitunter geradezu als krystallklar zu bezeichnen ist. Zur Zeit lebhaften Pflanzenwuchses, also im Sommer, zeigt es wieder durchschnittlich noch einen etwas höheren Reinheitsgrad als im Winter, wo die Vegetation ruht.

Die Drainwasser von Bassins sind im Allgemeinen von einer minder günstigen Beschaffenheit; sie erscheinen öfters schon äusserlich nicht in dem Grade gereinigt, wie die von Beeten und Wiesenanlagen; ihr Zustand ist ein ziemlich wechselnder, doch im Ganzen befriedigender.

Drainwasser von Bassins ist zumeist etwas gelblich gefärbt, mitunter trüb, ganz gewöhnlich stark eisenhaltig und nicht selten von merklich unangenehmem Geruche. Doch scheint sich dieser mangelhaftere Reinheitsgrad mehr im äusseren Verhalten als in der chemischen Zusammensetzung des Wassers auszuprägen; wenigstens kann man durch Vergleich von Analysen mit Bestimmtheit einen konstanten nennenswerthen Unterschied zwischen Bassin- und Wiesendrainwasser bezw. ihres Gehaltes an chemischen Stoffen nicht nachweisen.

Wie die Erfahrung lehrt, muss man ja eben auch bei mässigen Graden von Verunreinigung eines Wassers, um zu einem richtigen Urtheil zu kommen, immer beide Befunde, den makroskopischen so zu sagen und den chemischen zusammenhalten; einer allein von ihnen ist nicht unter allen Umständen völlig beweisend.

Einen guten Überblick über die Umwandlung, die die Sieljauche beim Rieselprozess erleidet, giebt die Gegenüberstellung folgender Werthe, die den Durchschnitt angeben von vier Analysen

1. Berliner Kanalwassers und acht Analysen,
2. Drainwassers

Trocken- rückstand	Glüh- verlust	Glüh- rückstand	Übermangan- saurer Kali er- forderlich	Ammoniak	Salpêtre- Säure	Salpetersäure	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Chlor	Kali	Natron
1. 119,26	38,38	80,88	56,22	15,82	0	0	2,99	6,50	27,44	7,43	26,55
2. 100,22	15,06	85,16	5,34	0,59	0,81	13,80	0,28	—	28,11	.	.

Es sind demnach, da das Drainwasser klar oder wenigstens nahezu klar erscheint

1. die suspendirten Stoffe so gut wie völlig ausgeschieden,
2. von den gelösten Stoffen ist nahezu verschwunden das Ammoniak, die Phosphorsäure und das Kali, während der Chlorgehalt so gut wie nicht verändert ist, und eine wesentliche Menge Salpetersäure neu auftritt. Im Durchschnitt werden  $\frac{3}{4}$  der Stickstoffverbindungen und fast  $\frac{4}{5}$  des Kali sowie fast die ganze Phosphorsäure vom Boden zurückgehalten. Die organischen oxydirbaren und fäulnissfähigen Körper sind zum bei weiten grössten Theile ausgeschieden oder doch mineralisirt worden; und Fäulnissprozesse können im Drainwasser nicht mehr auftreten, wenn es auch, namentlich wegen seines hohen Gehalts an Salpetersäure, Chlor etc., durchaus nicht als völlig rein zu betrachten ist.

Was den Gehalt der Drainwässer an Bakterien angeht, so ist folgendes zu bemerken:

Es wechselt derselbe ausserordentlich stark. Er betrug bei den 1891/92 untersuchten Proben in 1 cbcm bei

Beetanlagen	zwischen 400 und 229 000
Wiesen	„ 972 „ 374 000
Bassins	„ 1500 „ 97 000
Entwässerungsgräben	„ 4800 „ 84 000

während die Spüljauche gegen 38 000 000 Keime (Koch) enthält.

Setzt man den Bakteriengehalt der Spüljauche = 100, so betrug der des Drainwassers  $\frac{1}{95} \%$  bis höchstens 1%.

Einen durchgehenden regelmässigen Unterschied in Bezug auf Bakterienreinheit der Drainwässer kann man beim Vergleich zahlreicher Untersuchungen zwischen Sommer- und Winterrieselung und zwischen Beet-, Wiesen- oder Bassinanlagen, nicht festlegen.

Von Wichtigkeit wäre nun, noch nachzusehen, wie denn schliesslich die in Entwässerungsgräben gesammelt abgeführten Drainwässer sich auf ihrem Wege zum Flusse verhalten; ob sich hier in der That keine Zersetzungs Vorgänge bedenklicher Natur mehr abspielen und ob überhaupt irgend welche, dem System zur Last fallende und unabstellbare Missstände sich noch bemerkbar machen.

Das Wasser der Entwässerungsgräben zeigt sich im Allgemeinen fast klar oder doch nur leicht getrübt, ist ganz schwach gelblich gefärbt und enthält einzelne aus Algen bestehende Flocken. Es ist von schwachem, erdigem Geruche. Sein Gehalt an Keimen ist, wie schon oben erwähnt, kein übermässig hoher, wenn er auch grösser zu sein pflegt als der der Drainwässer. Es erfolgt eben naturgemäss bald eine Wiederinfektion des Wassers auf seinem Weiterlaufe, wenn es auch ursprünglich fast keimfrei in das Drainrohr durchgesickert ist.

Dass aber in der That die Abwässer durch das Rieselyerfahren in dem Masse gereinigt werden, dass ihr Ablassen in den Flusslauf unbedenklich erfolgen kann, geht, meine ich, evident aus folgenden Thatsachen hervor: Es wird jetzt auf den Berliner Rieselgütern in sechs Teichen, die mit Drainwasser gespeist werden, regelrecht Fischzucht getrieben; Edel-fische, wie Forellen und Felchen gedeihen hier ausgezeichnet

und geben einen guten Ertrag. Also muss das gereinigte Wasser wohl die Gesamteigenschaften eines guten reinen Fischwassers haben.

Dass aber auch die pathogenen Bakterien durch das nämliche Verfahren unschädlich gemacht worden sind, dass also das Wasser auch den sanitären Anforderungen in der Hinsicht voll genügt, geht daraus hervor, dass in der langen Reihe von Jahren, während der nun die Berliner Rieselfelder in Betrieb stehen, trotz regelmässiger sorgfältiger Kontrolle es nicht gelungen ist, einen Krankheitsfall von Typhus, Milzbrand, Cholera, Dysenterie mit Bestimmtheit auf Ansteckung durch Rieselwasser zurückzuführen. Im Gegentheil ist der Gesundheitszustand sowohl der auf den Rieselgütern beschäftigten Arbeiter wie der Bewohner der Nachbardörfer ein durchaus zufriedenstellender, durchaus kein schlechterer wie früher. Hat die Stadt ja doch kein Bedenken getragen, in neuerer Zeit Sanatorien auf den Rieselgütern zu errichten. Auch sonst in Deutschland, und namentlich in England (wo 1876 bereits 64 Städte das Berieselungssystem eingeführt hatten, wo also schon längjährige und vielseitige Erfahrungen vorliegen) hat man nirgends eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes durch Rieselwirthschaften entstehen sehen. In Danzig wurde sogar festgestellt, dass der Gesundheitszustand in den dem Rieselterrain benachbarten Dörfern sich gebessert hat. Es haben nämlich deren Einwohner Rieselland gepachtet und sind in Folge günstigen Ertrages desselben in bessere Vermögensverhältnisse gekommen, die nun wieder günstig auf den allgemeinen Gesundheitszustand zurückgewirkt haben mögen.

Wenn wir uns nun noch einmal die Gesamtleistung des Rieselverfahrens vor Augen führen, so besteht sie also in Folgendem:

Von den oben besprochenen Bestandtheilen der Spüljauche werden

1. Die suspendirten Substanzen, sowie
2. die gelösten organischen Substanzen
3. das Ammoniak, die salpetrige Säure und allerdings in weit geringerem Grade die Salpetersäure bei der Filtration der Spüljauche durch den Erdboden, je nach der Stärke und

Beschaffenheit der durchsickerten Bodenschichten mehr oder weniger vollständig zurückgehalten.

4. Die Zahl der Mikroorganismen wird ausserordentlich stark reduziert, besonders die pathogenen Keime werden mit Sicherheit unschädlich gemacht.

Die in der Spüljauche gleichzeitig vorhandenen Chloride und Sulfate des Natrium, Calcium, Magnesium, sowie die durch Kohlensäure in Lösung erhaltenen Carbonate der zuletzt erwähnten beiden Metalle werden jedoch unter den nämlichen Bedingungen daraus entweder gar nicht oder nur zu einem geringen Theile entfernt. Zwar wird der Gehalt der Drainwässer an letztgenannten Salzen wohl in der Regel für den aufnehmenden Fluss eine Sache von geringer Bedeutung sein, denn die städtischen Sielwässer enthalten ganz gewöhnlich nur verhältnissmässig unbedeutende Mengen von ihnen, doch ganz aus dem Auge zu lassen ist diese sozusagen schwache Seite des Rieselfverfahrens auch nicht, z. B. nicht bei Städten, die Kochsalzhaltige Quellen besitzen. Hier wäre wohl der Fall denkbar, dass durch erheblichen Gehalt der Rieseldrainwässer an Kochsalz sich neuerdings Unzuträglichkeiten herausbilden könnten, wie etwa dadurch, dass das Wasser des abführenden Flüsschens zur Trinkwasserversorgung unbenutzbar würde.

Wie kommt nun wohl dieser Reinigungseffekt beim Rieselfverfahren zu Stande?

Erstens muss man rechnen mit einem einfachen Absetzen der suspendirten Stoffe. Es erfolgt dies schon in den Sammelbassins der Pumpstationen, dann aber besonders noch in den Schlammfängen, die vor den einzelnen Auslasschiebern im Rieselland selbst angebracht sind; dadurch wird einer ansehnlichen Menge groben Schmutzes wie Sand, Lappen, Kaffeegrund, Holzspähne, Stroh, Haare, Federn, Papier überhaupt der Zutritt zum Rieselfelde selbst verwehrt. Dies ist deswegen von grosser Wichtigkeit, weil so dem Verschlämmen des Bodens, d. h. dem Abschluss seiner Poren durch Ablagerung von Schmutzmassen wesentlich vorgebeugt wird, und die Leistungsfähigkeit des gesammten Riesellandes dadurch bedeutend vermehrt resp. geschont wird. Wenn nun also auch ein guter Theil, namentlich der gröberen suspendirten Stoffe sozusagen

durch ein Vorverfahren, das zu dem eigentlichen Rieselfahren nicht unbedingt gehört, entfernt ist, so gelangt doch die Hauptmenge der feineren schwebenden Schmutzsubstanzen bis auf die zu berieselnde Fläche selbst. Diese feineren Stoffe werden nun hier theils durch weiteres Absitzen auf der Fläche des Feldes, theils aber auch durch einen zweiten Vorgang, der bei der Rieselung eine wesentliche Rolle spielt — durch Filtration — entfernt. Indem das Schmutzwasser in den Boden versinkt und durch ihn hindurchtritt, lässt es auf und in demselben sämtliche suspendirten Stoffe zurück, vorausgesetzt natürlich, dass die filtrirende Bodenschicht von genügender Mächtigkeit ist. Und zwar kommt die beste Filtrationswirkung einem feinporigen Boden zu, also einem lehmhaltigen; doch liegt bei diesem natürlich auch wieder die Gefahr näher, dass diese feineren Poren sich durch die feinen Schmutzbestandtheile, wie sie die Fäkalien, der Strassenkoth und Strassenschlamm dem Abfallwasser zugemischt haben, verstopfen; es ist deshalb schwerer Boden im Allgemeinen nicht zu Rieselanlagen geeignet, jedenfalls brauchte man, im Falle man ihn dazu benutzen wollte, verhältnissmässig recht bedeutende Strecken davon. Grobporiger, leichter, sandiger Boden dagegen wird weniger vollkommen filtriren, lässt namentlich anfänglich die Wässer sogar unter Umständen in ungenügendem Grade gereinigt durchtreten, doch ist bei ihm auch ein Verschlicken nicht so leicht zu befürchten, im Gegentheil bis zu einem gewissen Grade direkt wünschenswerth, weil damit seine Filtrationswirkung eine bessere wird. Von solchem Terrain wird man wesentlich geringerer Flächen bedürfen, um die Schmutzwässer unterzubringen — es ist das wichtig, weil dadurch die Aptrirkungskosten sich bedeutend ermässigen. Die besten Resultate geben und erweisen sich für Rieselanlagen am vortheilhaftesten verwendbar, leichte, etwas thon- oder humushaltige Ländereien.

Wenn also das Verschwinden der suspendirten Substanzen aus der Sieljauche beim Rieseln auf mechanisches Absitzen und Filtration, auf Filtration so gut wie allein wohl die beträchtliche Verminderung der Zahl der Bakterien zurückzuführen ist, so müssen wesentlich andere Faktoren für die Abnahme und chemische Umsetzung

der gelösten Substanzen, wie sie beim Rieselprozess zu Stande kommt, verantwortlich gemacht werden.

Es kommen hierbei in Betracht

1. das Absorptionsvermögen des Bodens. Es vermag nämlich der Boden, namentlich aber der Ackerboden und Humus, und zwar selbst in sterilisirtem Zustande aus durchfiltrirenden Lösungen Chemikalien, sowohl organische wie anorganische, bis zu einem bestimmten Grade auszuschcheiden und festzuhalten, so dass das Filtrat ärmer an den genannten Stoffen ist, als die auffliessende Lösung war. Es ist diese Erscheinung zum Theil durch Flächenattraktion zu erklären, sie ist also um so mehr ausgesprochen, je feinporiger der Erdboden ist, weil dann die Oberfläche der Theilchen grösser ist, als wenn das Bodenmaterial grobkörnig ist; zum Theil hat man es aber auch mit wirklicher chemischer Bindung zu thun.

Diese Absorptionsfähigkeit des Bodens ist nun aber eine sehr beschränkte; ist eine bestimmte Menge Chemikalien von ihm aufgenommen, ist er gesättigt, so fliesst die nun weiter aufgegossene Flüssigkeit unverändert hindurch. Ferner ist das genannte Absorptionsvermögen für die verschiedenen Substanzen sehr verschieden gross. So vermag das Erdreich z. B. eine ansehnliche Menge Phosphate, Kalisalze, Ammoniak und stickstoffhaltige organische Stoffe zurückzuhalten, in viel geringerer Masse aber die Chloride, Nitrate und Sulfate. So erklärt sich, dass in den Drainwässern Kali, Phosphorsäure und Ammoniak nicht oder nur in geringer Masse, wohl aber das Chlornatrium fast vollständig wieder erscheinen und zwar zugleich mit der ausgewaschenen neugebildeten Salpetersäure. Würde man also einem Boden nur wenig Schmutzwässer zuführen, so würde eventuell dessen Absorptionskraft vollkommen genügen, sämtliche gelösten Schmutzstoffe zurückzuhalten, so dass im Drainwasser nichts von ihnen erscheint, es also vollkommen rein ist; doch müsste man, um das erreichen zu können, eine ausserordentlich grosse Fläche Rieselterrain zur Verfügung haben. — Von grösster Bedeutung ist dann weiter, dass

2. die dem Boden zugeführten suspendirten und gelösten Schmutzstoffe, soweit sie organischer Natur sind, durch die Selbstreinigung des Bodens andauernd höher oxydirt und mineralisirt, also zerstört werden.

Es geschieht dies so vollkommen, dass es bei regelrechtem Rieselbetriebe zu keiner abnormen Anhäufung solcher Stoffe im Boden kommt.

Diese Selbstreinigung des Bodens ist fast ausschliesslich das Werk niederer Organismen, besonders der Pilze und Schizomyceten. Sterilisirter Boden vermag derartige Umwandlungen nicht mehr herbeizuführen. Die organischen Verbindungen werden so in Kohlensäure und Wasser zerlegt; insofern sie stickstoffhaltig sind, wird Salpetersäure gebildet, welche letztere auch aus dem direkt durch die Kanaljauche zugeführten Ammoniak entsteht.

Dieser Prozess der Selbstreinigung geht am kräftigsten bei den hohen Temperaturen vor sich und bei einem gewissen Feuchtigkeitsgrad des Bodens und der Anwesenheit von Luft. Eine intermittirende Berieselung, bei der der Luft immer wieder Zeit gegeben wird, in den Boden hineinzudringen, ist demnach zweckentsprechender als eine andauernde, bei der die Poren des Bodens constant mit Wasser angefüllt sind. Als selbstverständlich geht aber auch weiter daraus hervor, dass dieses Selbstreinigungsvermögen des Bodens seine Grenzen haben muss, und dass, wenn diese überschritten werden, eine Anhäufung von Schlammstoffen auf und in dem letzteren die Folge davon sein wird. Man wird also eine möglichst vollkommene Oxydation der organischen Schmutzstoffe des Siewassers durch die selbstreinigende Kraft des Bodens und eine möglichst gleichbleibende gute Beschaffenheit dieses letzteren selbst nur dann erwarten können, wenn man bei intermittirender Berieselung immer so lange mit Zuleitung frischer Jauchemassen aussetzt, bis der Boden die ihm vorher zugeführten Schmutzstoffe völlig verarbeitet hat.

Wenn nun also die Mineralisirung der organischen Schmutzstoffe durch den Rieselprozess auf die chemische Einwirkung des Bodens und hauptsächlich auf den Lebensprozess der in ihm enthaltenen Pilze und Schizomyceten zurückzuführen ist, wenn das Verschwinden der Phosphate, Kalisalze, des Ammoniaks aus dem Drainwasser hauptsächlich auf das Absorptionsvermögen des Bodens zu beziehen ist, so bleibt den höheren Pflanzen, also dem, was wir allgemein Vegetation nennen, die Aufgabe vorbehalten, den Boden nun wieder von den ge-

lösten mineralischen bzw. mineralisirten Stoffen mit zu befreien.

Wenn man dem Erdreich immer neue Schmutzwassermengen zuführen würde, ohne dass wieder für andauernden Abfluss gesorgt wäre, so müsste natürlich schliesslich in demselben eine bedeutende Anhäufung von zugeführten und neugebildeten mineralischen Stoffen zu Stande kommen. Diese Wiederabfuhr geschieht nun einmal dadurch, dass das durch den Boden hindurchsickernde Wasser die gelösten Stoffe, sofern sie durch die Absorptionskraft desselben nicht festgehalten werden, auswäscht, also dem Drain- oder Grundwasser schliesslich zuführt. Zweitens betheiligen sich aber auch an diesem Prozess die höheren Pflanzen und zwar, indem sie in ihrer Wachstumsperiode ihrem Standorte eine nicht unbeträchtliche Menge von gelösten Mineralien entziehen. So hat man z. B. berechnet, dass einem Hektar Land angebaueter

Kohl,	Pastinaken,	Runkelrüben
127 kg	153 kg	175 kg

Stickstoff während seiner Entwicklung entnimmt.

Doch erstreckt sich bekanntlich diese Auf- und Entnahme der Pflanzen nicht auf alle im Boden etwa in Lösung vorhandenen Mineralstoffe, sondern nur auf eine ganz beschränkte Reihe derselben, die sogenannten Pflanzennährsalze (wie Kali, Phosphorsäure, Ammoniak, Salpetersäure), und dann ist das Mass von Stoffen, die sie ausziehen im Stande sind, ein scharf begrenztes, bedingt durch die Art und deren Bedürfniss an solchen Stoffen, wie es der Wachstumsprozess mit sich bringt. Im Überschuss über ihren Bedarf im Boden vorhandene Pflanzennährsalze können also von den Pflanzen nicht bewältigt werden, nur der Stickstoff macht hierin eine gewisse Ausnahme. Bei im Überschuss vorhandenen Stickstoffs tritt eine Luxuskonsumption desselben seitens der Pflanzen ein; doch zu ihrem Schaden, sie zeigen ein krankhaftes Wachstum, sie vergeilen. Es ist also der günstige Einfluss, den die Bebauung des Riesellandes mit eines lebhaften Wachstums fähigen Pflanzen auf die Reinheit der erzielten Drainwässer ausübt, weniger darauf zurückzuführen, dass die wachsenden Pflanzen der auffliessenden Spüljauche direkt Schmutzstoffe

entziehen — sie vermögen ja keine organischen, sondern nur mineralisch-chemische Verbindungen aufzunehmen, und der Ammoniak und das Kali spielen doch in der Spüljauche durchaus nicht die Hauptrolle — sondern mehr darin, dass sie den Boden von mineralisirten, also bereits unschädlich gemachten Schmutzstoffen in etwas entlasten und sein Absorptionsvermögen für dieselben so wieder heben. Die Folge davon ist, dass die durchsickernden Wässer nunmehr eine nur geringere Menge dieser mineralisirten Verbindungen werden auswaschen und ins Drainwasser überführen können, als wenn eine Bebauung der Ackerfläche nicht stattgefunden hätte.

Es findet also die beim Rieselbetrieb auf die Flächen aufzubringende Menge Spüljauche einmal ihre Grenze in der Leistungsfähigkeit des Bodens in Bezug auf die Oxydation der zugeführten Schmutzstoffe — bei übermässig aufgebrachtener Kanalwassermenge wird er verschlammen, und die Drainwässer werden sich ungenügend gereinigt zeigen, enthalten noch faulfähige Stoffe und übermässig viel Zersetzungsprodukte (Salpetersäure). Dann aber darf auch in Rücksicht auf das Gedeihen und die Aufnahmefähigkeit der gebauten Pflanzen die zugeführte Abwassermenge ein bestimmtes Mass nicht überschreiten, man wird sonst schlechte Pflanzenprodukte erzielen, also finanziell einen Misserfolg haben.

Aus der eben besprochenen lebhaften Aufsaugungsthätigkeit der wachsenden Pflanzen erklärt es sich auch, dass die Drainwässer von bebauten Rieselländereien im Sommer im Allgemeinen eine etwas bessere Beschaffenheit zeigen, wie im Winter, wo die Vegetation ruht. Doch geht J. König\*) entschieden zu weit, wenn er sagt: „Bei der einfachen Bodenfiltration, wie sie bei der Winterberieselung stattgefunden hat, kann man durchweg nur die Beseitigung der suspendirten Schlammstoffe erreichen; die der gelösten organischen Stoffe kann nur eine geringe sein, weil die die Zersetzung resp. Oxydation derselben verursachende Thätigkeit der Mikroorganismen ruht oder doch nur eine beschränkte ist.“ So bedeutend ist jedoch, wie man durch den Vergleich von entsprechenden Analysen leicht feststellen kann, der Unter-

\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 198.

schied in den erzielten Resultaten bei Sommer- und Winterberieselung durchaus nicht. Die Winterdrainwässer zeigen im Gegentheil in ihrer chemischen Zusammensetzung keinen durchweg wesentlich schlechteren Charakter als die Sommerdrainwässer, nur in Bezug auf ihre physikalische Beschaffenheit verhalten sie sich in der Regel etwas mangelhafter. Die Temperatur der Sielwässer bleibt eben auch im Winter eine genügend hohe, um das Gedeihen der Bodenbakterien zu ermöglichen. Auch die Englische „Flussverunreinigungs-kommission“ kommt bei ihren diesbezüglichen Untersuchungen zu einem ähnlichen Resultate; sie fand, dass weniger die Jahreszeit, als die Konzentration des Kanalwassers den Reinigungseffekt beeinflusst.

Ferner erklärt sich aus dem günstigen Einfluss, den die Thätigkeit der Vegetation ausübt, dass die Drainwässer von Wiesen und bepflanzten Beeten im Ganzen reiner sind, als die von Einstaubassins. Diese letzteren wirken überhaupt nur als Filter, gehören demnach eigentlich nicht dem Rieselsystem als solchem an; nur werden eben diese Filter während des Sommers vor ihrem demnächstigen Wiedergebrauch im Winter gewissermassen durch Bearbeitung und Bebauung gereinigt und wieder leistungsfähiger gemacht. Dieser vorhergegangenen jedesmaligen gründlichen Reinigung mag wohl auch der immerhin günstige Reinigungseffekt zu verdanken sein, den die Berliner Einstaubassins zeigen, obwohl sie nicht einmal als intermittierend, sondern als kontinuierlich beschickte Filter arbeiten.

Was nun die Kosten angeht, die das Rieselverfahren verursacht, so setzen diese sich zusammen einmal aus dem zur Herstellung der Anlage benötigten Kapital.

Da man, wie oben gesagt, für je 250 Einwohner 1 ha Rieselland rechnen soll, so ergibt sich daraus der Umfang des jeweilig benötigten Grund und Bodens, und damit ein Anhalt für die Höhe der für Landerwerb etwa aufzuwendenden Kosten. Das zu dem Zwecke benötigte Kapital stellt eine der Hauptausgaben dar. Weiteren bedeutenden Aufwand verursachen: der Bau der Pumpstation, die Anlage der Hauptrohrleitung von der Pumpstation zum Rieselterrain (1 m Rohrleitung von 80 cm lichter Weite kostet verlegt rund 100 M.), sowie das Aptiren der Grundstücke, bestehend hauptsächlich in Planiren,

Anlegen von Gräben und Dämmen, sowie sorgfältigem allgemeinen Drainiren. Dazu kommen dann noch zweitens die Kosten für den laufenden Betrieb.

Als Beispiel möge es gestattet sein, folgende, die Berliner Verhältnisse betreffende Daten anzuführen:

Es besass die Stadt Berlin nach dem Bericht der Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke am 31. 3. 92

4460,47 ha Land

davon waren 1231,3 ha unaptirtes

3229,17 ha aptirtes zum Berieseln geeignetes Land

und von letzteren 682,64 ha ertraglose Wege und Gräben.

Es kamen auf 1 ha die Abwässer von 380 Einwohnern.

Gefördert wurden von der Pumpstation pro Tag und Kopf 110 l Schmutzwasser.

Auf die berieselte Fläche entfielen

pro Jahr und ha 15792,33 cbm Sieljauche

„ Tag „ „ 43,27 „ „

„ „ „ qm 4,32 l „

oder die jährliche Schmutzwassermenge würde die 3229 ha Rieselland in einen See von 1,58 m Tiefe verwandeln.

Das Kaufgeld für die Güter betrug  $15\frac{1}{2}$  Mill. M.

„ „ „ 1 ha „ 3475 M.

Die gesammten Aptirungskosten { betragen . . .  $10\frac{1}{2}$  Mill. M.  
„ für 1 ha 3221 M.

Es rentirten die Rieselgüter mit 1,42 Prozent ihres Anlagekapitals.

Für die Verbringung der Abwässer durch die Pumpstation nach den zugehörigen Rieselfeldern und ihre rieselwirthschaftliche Verwendung daselbst wurden aufgewandt

385474 M.

oder pro Kopf und Jahr gegen 30 Pfennige.

Die Kosten der Kanalisation, einschliesslich der Abwässerreinigung durch Rieselung, betragen in Berlin pro Kopf und Jahr gegen 3 M.

Als in gleicher Hinsicht interessant mag auch noch der

Kostenanschlag, den Mitgau\*) zu einer Rieselanlage für Braunschweig (100000 Einwohner) aufgestellt hat, hier angeführt werden.

Er rechnet:

nöthiger Landerwerb rieselfähigen Terrains: 295 ha.	
zum Preise von . . . . .	402 000 M.
Kosten für Aptirung . . . . .	548 400 „
7000 m langes Druckrohr von 75 cm	
Weite . . . . .	498 590 „
eine Pumpstation . . . . .	482 640 „
Anlagekosten in Summa: 1931 630 M.	

Jährliche Betriebskosten: 100000 M. einschliesslich Amortisation und Zinsen des Anlagekapitals. Davon ab: Reinertrag des Rieselgutes, angenommen mit etwa 20000 M. Kosten des Rieselfverfahrens, demnach pro Kopf und Jahr etwa 0,80 M.

Stellen wir nun zum Schlusse noch die Vortheile, die die eben besprochene Methode der Abfallwässerreinigung darbietet, den Nachtheilen gegenüber, die sie mit sich bringt:

1. Bei geordneter Berieselung wird ein Drainwasser geliefert, welches allen Ansprüchen an Reinheit Genüge leistet und in den meisten Fällen unbedenklich\*\*) in den Fluss geleitet werden kann.

2. Es stellt sich da, wo es überhaupt anwendbar ist, verhältnissmässig billig, da das Anlagekapital, insofern ertragsfähiger Grundbesitz dafür erworben wird, sich, wenn auch gering, doch immerhin etwas verzinst, namentlich aber nicht amortisirt zu werden braucht.

3. Beim Wachsen des Gemeinwesens und der damit Hand in Hand gehenden Zunahme der unterzubringenden Schmutzwassermenge, ist eine ganz allmähliche und somit verhältnissmässig billig herzustellende Vergrösserung des Reinigungsbetriebes durch Zukauf neuer Ländereien möglich (wie es z. B. in Berlin geschieht).

Die Nachtheile sind folgende:

1. Es lässt sich nicht überall und in jeder Stadt anwenden; in weit weniger Fällen, als man früher gemeint hat.

\*) Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1893. S. 167.

\*\*) Rubner, Lehrbuch der Hygiene. S. 396.

Es ist zur Einführung der Berieselung ein unbedingtes Erforderniss, dass möglichst ebenes oder wenigstens in gleichmässiger Neigung sich hinstreckendes Terrain in genügender Ausdehnung nicht weit entfernt von der Stadt zu haben ist.

Eine Stadt, die z. B. in einem engen Thale liegt, die also ihre Kanalauche erst hoch auf die Berge pumpen müsste, kann die Rieselmethode nicht einführen, weil eben geeignetes Terrain überhaupt fehlt. Schon bei nicht ganz günstigen Terrainverhältnissen, wie bei hügeliger Lage, stellen sich die Aptirungs- und Betriebskosten sehr hoch. Ist die Umgebung einer Stadt gut angebaut und stark bevölkert, dann wird der Kaufpreis für die Äcker unter Umständen so arg in die Höhe geschraubt, dass auch dann das Rieselverfahren in Folge der hohen Anlagekosten übermässig theuer zu stehen kommen würde. Wollte man aber Felder erwerben, die weit ab von der Stadt liegen, so wird die Hauptrohrleitung ausserordentlich theuer, und die laufenden Kosten für die Pumpwerke erhöhen sich gleichfalls bedeutend. — Wünschenswerth ist sogar im Allgemeinen, dass die zu aptirenden Flächen aus einer ganz bestimmten Bodensorte, nämlich Sand oder wenigstens magerem Grunde bestehen.

2. Es muss in jedem Falle ein recht bedeutendes Anlagekapital aufgewandt werden, für das allerdings zum Theil Immobilien erworben werden, die mit der Zeit eher an Werth gewinnen als verlieren. Doch entschliesst sich nicht jede Stadt leicht dazu, eine derartig hohe, unter Umständen viele Millionen Mark betragende Summe in der Weise festzulegen.

3. Liegt die Gefahr nahe, dass Stadt und Rieselwirthschaft zu viel Jauche pro ha aufbringen, weil es recht häufig so für beide vortheilhaft ist; dann wird aber die erzielte Klärung eine mangelhaftere, unter Umständen ungenügende.

4. Der Ertrag der Güter muss immer ein verhältnissmässig niedriger\*) bleiben, trotz guter Fruchtbarkeit, weil durch die Aptirungsarbeiten ein ganz bedeutender Antheil der Gesamtgrundfläche (in Berlin etwa ein  $\frac{1}{6}$ ) in ertraglose Wege, Gräben, Dämme umgewandelt wird. Ausserdem bedingt die

---

\*) Bericht der Deputation für die Verwaltung der Berliner Kanalisationswerke. 1888/89.

Zerstückelung des Landes in viele kleine Schläge eine bedeutende Erschwerung und Vertheuerung des Betriebes.

Um die letztgenannten Nachtheile zu vermeiden, also die Aptirungskosten, wie sie durch Planiren und Grabenziehen entstehen, sowie den eben besprochenen Landverlust wesentlich zu vermindern, und auch in dem Bestreben, eine bessere Ausbeutung des Dunggehaltes der Abwässer zu erzielen, hat Georg H. Gerson vorgeschlagen, die Vertheilung der Spüljauche auf die einzelnen Grundstücke nicht wie bisher in offenen Gräben, sondern durch eine transportable Rohrleitung vorzunehmen. Und zwar soll jedes Feld zu dem Zwecke zunächst durch Aufpflügen von Dämmen in kleine bassinartige Quarré's von etwa 10—15 m Seitenlänge getheilt werden. Diese kleinen Bassins wären dann durch eine transportable schmiedeeiserne Rohrleitung, bestehend aus einzelnen Stücken, die nicht schwerer sind, als dass ein Mann sie transportieren kann, zu füllen. Dadurch, dass diese einzelnen Rohrstücke zu einem Strang direkt auf den Erdboden vereinigt werden, liesse sich eine Rohrleitung herstellen, die in Folge der besonderen Konstruktion ihrer einzelnen Glieder sich den Unebenheiten des Terrains völlig anschmiegt.

Ist ein Feldstück zu bewässern, so wird an das Standrohr der bis dicht an den Acker geführten unterirdischen Zuleitung das erste Glied dieses eben gelegten oberirdischen Rohrstranges angeschlossen und dann zur Füllung des Bassins geschritten. Sind so alle von einem Punkte aus zu erreichenden Bassins überstaut, dann wird die Rohrleitung abgebrochen und an einer anderen Stelle neu gelegt.

Nach dem eben besprochenen Gerson'schen System eingerichtet, ist die Spüljauchenbewässerungsanlage auf dem Exerzierplatze der neuen Trainkaserne zu Spandau.\*) Es wird hier beabsichtigt, durch die Unterbringung der Spüljauche zugleich eine feste Grasnarbe auf dem Platze zu erzielen, ohne dass jedoch durch die diesbezüglichen Vorkehrungen die Fahrübungen eine Störung erfahren. Die Anlage soll angeblich voll befriedigen. — Ob aber die genannte Gerson'sche Modifikation des gewöhnlich geübten Rieselfverfahrens sich auch

\*) Georg H. Gerson, Die Verunreinigung der Wasserläufe. S. 187.

zur Ausführung im Grossen eignet, dürfte doch recht fraglich sein.

Es garantirt\*) nämlich dieselbe nicht in gleicher Weise, wie die bisher gebräuchliche Art der Wasserzuführung und -vertheilung das gesicherte Unterbringen des Rieselwassers, welches zu jeder Zeit, ob Tag oder Nacht, ob Sommer, Frühjahr, Herbst oder Winter, und bei Regen in bedeutend vermehrten Quantitäten ohne jede Unterbrechung der Rieselfeldern zufliesst. Sie erscheint doch nur da verwendbar, wo man es mit gemessenen Wassermengen zu thun hat, wo also bei mangelndem Bedarf das Wasser auch abgesperrt werden kann. Sie dürfte sich also nur für kleinere Verhältnisse, oder für solche Private empfehlen, die in der Lage sind, ihren Feldern je nach Ansicht und Bedarf Wasser zuzuführen, die also beliebig den Wasserzufluss unterbrechen können. Auch sind die Anlagekosten nicht unter allen Umständen billige. Bei grösseren Anlagen — und dieses System würde, um eine einigermaßen gesicherte Unterbringung und Vertheilung der Spüljauche einer Stadt zu gewährleisten, ganz unverhältnissmässig grosse Ackerflächen erfordern, müssten sie sich sogar ins Ungewisse vertheuern.

Und es hat denn auch thatsächlich keine der Städte, die in neuerer Zeit das Rieselverfahren eingeführt haben, wie Paris, Magdeburg, Freiburg etc. die Gerson'schen Rohrleitungen in Anwendung gezogen, sondern alle sind der alten Methode der Aptirung der Flächen und Zuführung der Jauche in offenen Gräben gefolgt.

Als einen grossen Vorzug des Rieselverfahrens betonte man früher namentlich, dass es die Dungstoffe, die in den städtischen Abwässern enthalten sind, landwirthschaftlich ausnütze; ja, man meinte, in ihm geradezu ein Mittel gefunden zu haben, durch das es ermöglicht würde, der Landwirthschaft die so gewaltige Menge früher für zum Theil unersetzlich gehaltener Dungstoffe zu gewinnen. Wie aber die Erfahrung bewiesen hat, ist dies thatsächlich nur in sehr geringem Umfange wahr. Die Ausbeute an werthvollen

---

\*\*) Bericht der Deputation für die Verwaltung der Berliner Kanalwerke. 1882/83. S. 10.

Dungstoffen, die man aus den Abwässern von den wirklich in ihnen enthaltenen Mengen durch Rieselwirthschaft zu erzielen vermag, ist eine recht magere; der bei weitem grösste Theil derselben ist doch unrettbar und geht verloren. Aus der grossen Verdünnung, wie sie in der Kanaljauche enthalten sind, die werthvollen Stoffe auszuschcheiden, hat sich auch mittelst des Rieselfverfahrens als nicht lohnend und nicht durchführbar erwiesen. Man hat eben solche Noth, die ungeheuren Wassermassen überhaupt unterzubringen, dass man froh darüber ist, wenn nur die von ihnen mitgeführten Stoffe aus schädlichen in unschädliche umgewandelt worden sind, und gern darauf verzichtet, sie nun auch noch auszuschcheiden, weil sie einen Dungwerth besitzen. Droht doch sogar noch das bereits gereinigte Wasser ganz allein durch seine Masse und zwar dadurch, dass es zur Erhöhung des Grundwasserspiegels führen kann, Gefahr zu bringen; es müssen daher immer die sorgfältigsten Vorkehrungen getroffen werden, um einer Anstauung dieser gereinigten Wassermassen vorzubeugen. Es wird das dadurch erreicht, dass man die Felder gut drainirt, die Entwässerungsgräben Reinhält, und sogar eventuell zur Korrektion des abführenden Wasserlaufes schreitet. Auch ist bei der Anlage von Rieselfeldern auf die Richtung des Grundwasserstromes Rücksicht zu nehmen — er soll nicht nach bewohnten Gegenden gerichtet sein, weil er dort den Untergrund und die Brunnen verderben würde.

Es eignet sich das Rieselfverfahren sowohl für die Reinigung der Abwässer von Städten jeder Grösse, wie auch namentlich von einzeln stehenden Gefängnissen, wenn nur die Terrainverhältnisse günstige sind.

Für die letzteren bietet es nämlich den ganz besonderen Vortheil, dass mit seiner Durchführung eine Menge landwirthschaftlicher und Erdarbeiten verknüpft sind, die für die Insassen dieser Anstalten einerseits eine sehr zweckmässige Beschäftigungsart darstellen und ausserdem bei dem Überfluss billiger Arbeitskräfte den Betrieb wesentlich verbilligen.

Bewährt hat es sich auch, nur um es kurz zu erwähnen, für die Reinigung von Fabrikabwässern, die reichliche organische stickstoffhaltige Beimengungen enthalten, wie sie Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Brauereien liefern.

Nicht verwendbar ist es dagegen da, wo es sich um Reinigung stark kochsalzhaltiger Abwässer — vielleicht Grubenwässer — handelt, da eben alles Cl.Na wieder im Drainwasser erscheint und ebenso wenig natürlich für solche technische Abgänge, die direkte Pflanzengifte enthalten.

Ein zweites Hauptverfahren, auf dem sich eine Reihe Methoden zur Reinigung städtischer Abfallwässer aufbaut, ist dass der

## II. Filtration.

### a. Filter aus chemisch indifferentem Material.

Es wirkt ein einfaches Filter aus chemisch indifferentem Stoffe auf Kanalwässer in derselben Weise ein, wie ein Sieb. Sind die Löcher des Siebes von grosser Feinheit, ist das Filtermaterial also feinporig, so dringt die Flüssigkeit nur langsam durch, es kann in der Zeiteinheit nur eine geringe Menge derselben verarbeitet werden; aber die in ihr aufgeschwemmten Körper werden auch sehr vollständig zurückgehalten. Sind dagegen die Löcher des Siebes grob, ist das Filtermaterial grobporig, so sickert zwar die Flüssigkeit schnell durch dasselbe hindurch, es wird in der Zeiteinheit eine grosse Menge davon durchgeseit, aber es geht dann auch, der Porenweite entsprechend, noch ein erheblicher Theil der suspendirten Körperchen mit in das Filtrat über.

Eine chemische Einwirkung kommt also dem Prozesse des Filtrirens an und für sich nicht zu, und wir dürfen demnach von ihm eine Veränderung der gelösten Substanzen des Schmutzwassers nicht erwarten. Sie kann erst dann zu Stande kommen, wenn das Filtrationsmaterial selbst sich chemisch nicht gleichgültig verhält und so während des Filtrirens auf die in der durchtretenden Flüssigkeit in Lösung befindlichen Körper, sei es bindend, sei es zersetzend einwirkt. Und in der That erreichen denn auch alle die Reinigungsverfahren, die nach dem Principe des gewöhnlichen chemischen Filters aus chemisch indifferentem Materiale aufgebaut sind, nur eine mehr oder weniger vollkommene Entfernung der suspendirten Bestandtheile aus den Schmutzwässern; die gelösten Stoffe finden sich unverändert an Art und Menge im Filtrat wieder. Als Beispiel für eine

derartige wohl ausgebildete Filtrationsmethode, sollen hier die von Gerson\*) angegebenen Filter etwas ausführlicher besprochen werden.

Er zerlegt den Filtrationsprozess in zwei Theile, in Vor- und Nachfiltration. Die Filterstoffe des Vorfilters bestehen einmal aus Schwämmen, die durch Tränkung mit unlöslichen Eisensalzen in ihrer organischen Eigenschaft so sehr beschränkt sind, dass sie nicht mehr faulen, wohl aber ihre Elastizität und Porosität bewahrt haben. Den zweiten Hauptbestandtheil derselben bildet eisenimprägnirter Bimsstein in gröberem und feineren Stücken schichtweise geordnet. Die Vorfilter sind nicht besonders festgepackt, und soll sich durch dieselben rasch eine grosse Menge Wasser vorreinigen lassen. Darauf folgt dann die Nachfiltration durch in gleicher Weise zusammengesetzte, aber dichter gepackte Filter und unter hohem Druck. Die Anlagekosten dieser Filtereinrichtung sind aber ziemlich erhebliche, und auch der laufende Betrieb erfordert grosse Ausgaben. Andererseits aber kann die Leistung des Verfahrens bestenfalls doch nur darin bestehen, dass die Schmutzwässer von den suspendirten Substanzen befreit werden; die gelösten Stoffe bleiben unverändert, und der Gehalt an Mikroorganismen wird, da das Filter bald von ihnen durchwachsen sein wird, nicht erheblich geändert. Es dürfte sich demnach dies Verfahren wenig zur Einführung eignen, es kann wohl auf anderem Wege das Gleiche wesentlich billiger erreicht werden.

Es eignen sich aber überhaupt Filtrationseinrichtungen aus chemisch indifferentem Materiale weniger dazu, eine selbständige Anlage allein für sich zu bilden, als wohl noch eher dazu, kombinirt mit einem grundsätzlich anders wirkenden Verfahren (z. B. dem chemischen) zu arbeiten. In diesem Sinne finden wir sie auch thatsächlich vielfach in England angewandt. So filtrirt man in Northampton die durch Zusatz von Kalkwasser und Eisenchlorürchlorid geklärte Kanaljauche noch durch eine Schicht Eisenerz.\*\*) Mit besonderer Vorliebe aber scheint man sich dann des Coaks zu bedienen. So werden z. B. in Bradford die Abwässer erst mit Kalkmilch versetzt

---

\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. S. 148 und 180.

\*\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer. S. 140 und 180.

und dann durch zwei hintereinander angeordnete Filter aus zerkleinertem ungesiebten Gascoaks von je 0,60 m Schichtdicke geleitet. Nach drei- bis siebenmonatlichem Gebrauch, wenn seine Poren verschlammte sind, wird dann das Filter erneuert, während man die unbrauchbar gewordenen Coaksmassen zur Kesselheizung verwendet. In gleicher Weise verfährt man auch in Gloucestershire.

Eignen dürften sich derartige Coaksfilter, wie Gerson hervorhebt, auch zur oberflächlichen Reinigung der Strassenwässer in Städten, die nach getrenntem System kanalisirt sind.

Ein Filtrationsmaterial, von dem man sich neben günstigem Filtrationseffekt, auch noch eine besonders stark desinfizierende Einwirkung auf die Kanalwässer versprach, ist der Torf. Doch hat man sich in dieser Erwartung anscheinend sehr getäuscht. Wo man ihn auch immer in grösserem Massstabe zum Zwecke der Abwässerreinigung in Anwendung gezogen hat, hat man höchst ungünstige Erfahrungen mit ihm gemacht. So berichtet z. B. O. Peschke\*) über die seiner Zeit in Plötzensee in der Beziehung angestellten Versuche folgendes:

„Der Torf verschlammte sehr bald (7 cbm Torf durch 100 cbm Kanaljauche) und wehrte so dem Wasser den Durchtritt. Dabei war die qualitative Filtrationsleistung noch eine sehr mangelhafte. Das filtrirte Wasser war opalisirend und zersetzte sich beim Aufbewahren rasch. Der verbrauchte Torf erwies sich dabei nicht einmal derartig dunghaltig, dass es sich für Landwirthe gelohnt hätte, ihn auch nur unentgeltlich abzufahren; es würde demnach noch sehr hohe Kosten verursachen, den verbrauchten Torf immer wieder bei Seite zu schaffen.“ Es berechnet Peschke die Kosten, die dieses mangelhafte Reinigungsverfahren verursachen würde, für eine Stadt auf 7 M. pro Kopf und Jahr.

Zu einem ganz ähnlichen Resultate bezüglich der Verwendbarkeit von Torffiltern kommt auch Proskauer.\*\*\*) Aus seinen Untersuchungsergebnissen über die Leistungsfähigkeit

---

\*) O. Peschke, Die Petri'sche Methode zur Reinigung etc. Berlin, 1884. S. 21—24.

\*\*\*) Supplement zum Jahrgang 1892 der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. S. 147.

des Schwarzkopf'schen Verfahrens, bei dem die Schmutzwässer nach stattgehabter chemischer Klärung noch ein Torffilter zu passiren haben, zieht er nämlich folgende Schlüsse:

„Dass durch das Verfahren die suspendirten Körper hauptsächlich aus dem Schmutzwasser entfernt werden, ist einzig und allein der Wirkung der Chemikalien zuzuschreiben; die Torffiltration bewirkt nur ein Fortschreiten der Fäulniss. Durch die Torffiltration werden der geklärten und desinfizirten Jauche wieder zahlreiche Mikroben zugeführt. Das aus dem Torffilter abfliessende Wasser darf nicht in die öffentlichen Wasserläufe gelassen werden. Die Torffiltration ist ein Theil des Verfahrens, welches ihm nicht zum Vortheil gereicht.“

Auch in England (Bradford)\*) hat man mit Filtration durch Torf keine günstigen Erfahrungen gemacht.

Als interessant mag hier noch der in Halle\*\*) angestellte Versuch erwähnt werden, nämlich Kanalwasser dadurch zu klären bzw. zu desinfiziren, dass man es wie sonst mit einem Chemikal mit zerkleinertem Torf in einem Bassin versetzte und mischte. Der Erfolg war ein völlig negativer. Die Sieljauche lief genau so wieder ab, als wenn gar nichts mit ihr geschehen wäre.

Es dürften demnach alle Verfahren zur Reinigung der Abwässer, die sich auf der theoretisch vorausgesetzten, in Wirklichkeit aber nicht vorhandenen günstigen Einwirkung des Torfes auf Sielwässer aufgebaut haben, als verfehlt betrachtet werden. Torf wirkt ganz wie ein indifferentes Filtrationsmaterial und besitzt sogar für diesen Zweck eine Anzahl direkt ungünstiger Eigenschaften. Ist es doch bekannt, dass ebenso wie die Thon-, auch die Torfböden, wenn sie mit Wasser benetzt werden, ihre Poren schliessen und so, trotzdem sie an sich porös sind, kein Wasser hindurchtreten lassen.

Als dem wirksamen Prinzip nach hierher gehörig, mag noch kurz das Verfahren von R. Punchon\*\*\*) in Brighton er-

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege. 1877. S. 104.

\*\*) Zusammenstellung betreffend die täglichen Betriebskosten und Betriebsresultate der in der Reinigungsstation für Kanalwasser 1877 vorgenommenen Reinigungsversuche. Halle, 1888. gez. Stadtingenieur Bacher.

\*\*\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 184.

wähnt werden. Er schlägt vor, die Schmutzwässer in lange Cylinder fließen zu lassen, die aus durchlöcherter Eisenblech oder aus Kupferdrahtgewebe bestehen und deren Innenrand mit einem Gewebe ausgekleidet ist. Die Cylinder rotiren schnell um ihre Längsaxe; wenn das Wasser ausgeschleudert ist, wird der feste Rückstand aus dem Cylinder mittelst eines Stempels herausgepresst.

Marguerite\*) wendet in ähnlicher Weise Centrifugal-Apparate an.

Von praktischer Bedeutung dürften diese beiden letztgenannten Verfahren nicht sein; in Anwendung steht wohl keines von ihnen. Ihre Leistung kann keine wesentlich andere und bessere als die der eben abgehandelten Filter sein; sie wird darin bestehen, dass zwar die suspendirten Substanzen mehr oder weniger vollkommen ausgeschieden werden, die gelösten aber gar nicht, und die Bakterien wohl auch nur in höchst unzureichendem Masse beeinflusst werden.

Bedeutend Günstigeres als die besprochenen leisten die Reinigungsanlagen, die sich als Filtrationsmaterial grosser Sand- bzw. Erdmassen bedienen; im Gegensatz zu den erstgenannten könnten wir diese bezeichnen als

#### b. Filter aus chemisch different wirkendem Material.

Es kommt bei diesen letztgenannten Filtern nicht nur die Porenweite des Materials in Betracht, sie wirken also nicht nur mechanisch wie Siebe, sondern bei ihnen treten noch, da das Material sich aus einer ungeheuren Zahl einzelner kleiner Partikelchen zusammensetzt, zwischen denen hohle Räume bleiben — zu dieser Siebwirkung noch gewisse, von der Oberfläche der Partikelchen ausgehende Kräfte in Wirksamkeit. Und dann ist zweitens noch, da das Material ja niemals steril sein oder wenigstens für die Dauer bleiben wird, auch noch mit dem Lebensprozess der in der filtrirenden Masse enthaltenen Pilze und Mikroorganismen zu rechnen. Drittens ist auch noch die direkte chemische Zusammensetzung des Bodens als ein eventuell wirksamer Faktor in Rechnung zu ziehen. Es verhält sich also ein derartiges Filter gegenüber der

\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 184.

zu filtrirenden Flüssigkeit nicht mehr neutral, sondern wird auf dieselbe verändernd einzuwirken im Stande sein. In praktischer Beziehung kommen für uns namentlich zwei Sorten derartiger Filter in Betracht; und zwar

### 1. Die Sandfilter.

Sie sind ähnlich wie die Trinkwasserfilter, also etwa folgendermassen konstruirt: Es werden grosse Teiche hergestellt und deren Sohle systematisch drainirt; die Drainröhren münden in einen mittleren Sammelkanal. Als Filtermaterial dienen Kies\*) und Sand, der in verschiedenen Lagen nach seiner Korngrösse regelmässig aufgeschichtet wird. Die filtrirende Schicht muss mindestens eine Gesamthöhe von 1,5 m besitzen. Es kommen also grosse Massen filtrirenden Materials in Betracht. Die Verunreinigung dringt nicht tiefer als 50 mm ein; diese obere Schicht muss zeitweise erneuert werden, und daher für diese Zeit ein Ersatzfilter vorhanden sein.

Von wesentlichem Einfluss auf die Güte des Filtrationsergebnisses ist, dass die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser die Sand- und Kiesschichten durchsetzt, nicht zu gross gewählt wird, dass diese Geschwindigkeit keine Unregelmässigkeiten zeigt, und dass überhaupt jede Störung von dem Betriebe ferngehalten wird. Bei Beobachtung dieser Vorsichtsmassregeln erhält man, wenn die Geschwindigkeit im Filter nicht über 0,1 m pro Stunde gesteigert wird, ein von suspendirten Substanzen völlig, von Bakterien nahezu (etwa 100 Keime pro cbcm) befreites Filtrat; doch wird dann pro 1 qm Filterfläche auch nur etwa 100 l Schmutzwasser in der Stunde gereinigt. Bei grösserer Filtrationsgeschwindigkeit wird man natürlich wesentlich mehr Schmutzwasser verarbeiten können; man vermag bis 3,5 cbm pro 1 qm Filterfläche durchzutreiben — doch wird dann die erzielte Reinigung eine immer geringere, schliesslich vollkommen ungenügende. — Durch derartige Sandfilter werden demnach eventuell die suspendirten Substanzen, einschliesslich der Bakterien, sehr vollkommen zurückgehalten; eine wesentliche Beeinflussung der gelösten Substanzen wird jedoch, namentlich bei kontinuierlichem Be-

\*) J. König, Über die Kanalisation kleinerer Städte etc. S. 27.

triebe, nicht zu Stande kommen können. Die Wassermassen fließen dazu immer noch zu schnell durch das Filter hindurch und sind zu grosse, als dass hier die oben besprochenen Eigenschaften des Filtermaterials voll zur Geltung kommen könnten. Dass aber eine entsprechende Einwirkung, wenn auch in geringem Masse, stattgefunden hat, geht daraus hervor, dass das geklärte Wasser bei Filtration durch Sand Salpetersäure zu enthalten pflegt, auch wenn solche im Schmutzwasser selbst nicht enthalten war. Doch sind die so erzielten Zersetzungen noch zu unbedeutend, um befriedigen zu können, wenn von Seiten gelöster organischer Substanzen schädliche Folgen zu erwarten sind und Abhilfsmassregeln erfordern, wohl aber könnte die Anwendung solcher Filter in Frage kommen, wenn es sich darum handeln sollte, aus der Kanaljauche neben dem groben Schmutz auch die pathogenen Bakterien sicher zu entfernen.

Es dürfte sich aber die Anlage derartiger Sandfilter zum Zwecke der Schmutzwasserreinigung für Städte schon deshalb in der Regel nicht als zweckmässig erweisen, weil man bei der geringen zulässigen Filtrationsgeschwindigkeit recht bedeutende Flächen in der besprochenen Weise herzurichten hätte, und die Herstellung der Filter daher sehr beträchtliche Kosten verursachen müsste. Die sich naturgemäss ausscheidenden Schlammmassen würden zudem noch zu ihrer Beseitigung besondere Massnahmen und Kosten bedingen.

Ähnlich wie die eben besprochenen Sandfilter, aber beträchtlich günstiger noch wirken und sind weit billiger herzustellen

## 2. die Erdfilter.

Sie werden von Frankland\*) warm empfohlen und stehen in England vielfach in Gebrauch. Sie haben sich dort trotz jahrelanger Zuleitung von bedeutenden Schmutzwassermassen (es kommen die Abwässer von 2500—5000 Einwohnern auf 1 ha Filterfläche) an zahlreichen Orten gut bewährt. Eine Gesundheitsschädigung der Anwohner ist dabei nicht beobachtet worden.

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1888. S. 196.

Frankland ist der Ansicht, dass man in äusserst zahlreichen Fällen mit intermittirender Filtration billiger als mit Rieselung zum Ziele kommen wird.

Reine Erdfilteranlagen haben wir in Deutschland nicht, doch stellen die Einstaubbassins der Berliner Rieselanlage sehr damit in Vergleich zu stellende Einrichtungen dar; man darf also wohl aus den Erfahrungen, die man mit ihnen gemacht hat, auf die Leistungsfähigkeit der Erdfilter einen Rückschluss machen; und dann kommt doch auch bei der Winterberieselung als reinigender Faktor — da die Vegetation ruht — nur die Filtrationswirkung des Erdbodens in Betracht. Allerdings walten in beiden letztgenannten Fällen insofern besonders günstige Umstände vor, als die Bassins nur während des Winters beschickt werden und über Sommer Zeit sich zu erholen haben. Es dürften somit die in Berlin bei den Einstaubbassins erzielten Resultate ein ungefähres Bild von der reinigenden Wirkung der Erdfilter bei kontinuierlichem Betriebe geben, aber zugleich auch wohl das bestmögliche durch diesen Vorgang zu erzielende Ergebniss darstellen.

Es enthielt am 2. Januar 1892:\*)

	Spüljauche mgr	Drainwasser Bassin VI. mgr
Trockensubstanz . . . . .	115,76	91,85
Glühverlust desselben . . . . .	28,16	18,24
Glührückstand . . . . .	87,60	73,60
Übermangansaures Kali erf. . . . .	59,09	11,88
Ammoniak . . . . .	18,08	1,60
Salpetrige Säure . . . . .	0	1,06
Salpetersäure . . . . .	0	0,15
Phosphorsäure . . . . .	3,22	0,90
Schwefelsäure . . . . .	7,14	—
Chlor . . . . .	28,53	22,94
Kali . . . . .	7,94	—
Natron . . . . .	24,67	—
Keimzahl . . . . .	?	97200

\*) Bericht der Deputation für die Verwaltung der Kanalisationswerke. 1891/92. S. 27.

dabei wird das Drainwasser bezeichnet als: gelblich und trüb, stark eisenhaltig, von merklich unangenehmem Geruch.

Eine Übersicht über die Gesamtwirkung der Winterberieselung giebt folgende Analyse von Wasser aus einem Entwässerungsgraben:

Es enthielt am 15. Januar 1891:\*)

Trockenrückstand . . . . .	93,76 mgr
Glühverlust desselben . . . . .	10,80 „
Glührückstand . . . . .	82,96 „
Übermangansäures Kali erf. . . . .	4,55 „
Ammoniak . . . . .	0,83 „
Salpetrige Säure . . . . .	0,55 „
Salpetersäure . . . . .	4,91 „
Phosphorsäure . . . . .	0,208 „
Chlor . . . . .	19,90 „
Keimgehalt in 1 cbem . . . . .	114200 „

Es ist sonach die reinigende Einwirkung der Erdfilter auf die Schmutzwässer eine recht bedeutende, wenn auch die Drainwässer eine völlig einwandfreie Beschaffenheit nicht zeigen.

Namentlich bemerkenswerth ist, dass neben der nahezu vollkommenen Entfernung der schwebenden Bestandtheile, sowie weitgehenden Herabsetzung der Keimzahl eine sehr wesentliche Verminderung bezüglich günstige Umwandlung der gelösten schädlichen Substanzen statt hat. Was aber überhaupt die intermittirende Filtration durch den Erdboden zu leisten vermag, das sieht man ja am besten aus der bekanntlich tadellosen Beschaffenheit des Grundwassers und zwar gleichgültig ob Sommer oder Winter ist. Über die Art und Weise, wie diese günstige Einwirkung zu Stande kommt, haben wir bereits oben unter Berieselung ausführlich gesprochen. — Wesentlich mangelhafter allerdings, als die angezogenen Analysen angeben, dürfte der Reinigungseffekt der Erdfilter dann werden, wenn man sie ununterbrochen das ganze Jahr hindurch mit Schmutzwasser beschicken wollte, ohne sie also in gewissen Zwischenräumen längere Zeit trocken liegen zu lassen.

\*) Bericht der Deputation für Verwaltung der Kanalisationswerke von Berlin 1890/91. S. 25.

Einmal wird durch zunehmendes Verschlicken der Boden immer undurchlässiger werden müssen; es werden sich seine Poren verstopfen, wenn dem Selbstreinigungsprozess nicht immer erst wieder Zeit gelassen wird, die abgelagerten organischen Bestandtheile zu zerstören. Dann wird sein Absorptionsvermögen bald erschöpft sein; die gelösten Substanzen werden höchstens verändert, nicht mehr zurückgehalten werden können, somit sämmtlich im Drainwasser erscheinen müssen.

Da die eindringenden Schmutzwässer sauerstoffarm sind, wird bald der zur Oxydation nöthige Sauerstoff mangeln, und die sauerstoffbedürftigen nitrificirend wirkenden Mikroorganismen werden unter ungünstigen Existenzbedingungen nur Mangelhaftes leisten. Die Zersetzungen im Boden werden daher nicht mehr in der alten Vollkommenheit vor sich gehen. Ist nun die Absorptionskraft des Bodens erschöpft, so werden von dem durchtretenden Wasser jetzt auch noch Ammoniak und eventuell die in Fäulniss begriffenen organischen Stoffe selbst mit ausgewaschen und erscheinen im Drainwasser.

Auf dem bekannten günstigen Einfluss zutretenden Sauerstoffs fussend, hat Gerson\*) Erdfilteranlagen konstruirt, die einen ganz besonders ausgiebigen Zutritt der atmosphärischen Luft zu dem filtrirenden Boden gewährleisten sollen. Es stellen diese Oxydationsanlagen, wie er sie nennt, ganz besonders sorgfältig und dicht drainirte, sowie mit besonderen Luftzuführungsschächten für die Drainagestränge versehene Einstaubassins dar. Sie sollen immer in grösserer Anzahl — als Filterbatterie — errichtet werden, und dann jedes einzelne der Reihe nach in stark intermittirendem Betriebe beschickt werden. Jedem einzelnen Bassin wäre nur etwa fünf Tage hintereinander Schmutzwasser zuzuführen, dann solle es so lange sich selbst überlassen werden, bis alles Wasser durch die Drains abgelaufen und das filtrirende Erdreich wieder völlig mit Luft durchsetzt wäre. Dann erst sei es von neuem in Benutzung zu ziehen.

Auf Bebauung dieser Filterflächen will Gerson vollkommen verzichten, hält sogar jeden Fruchtbau auf ihnen für einen Fehler,

---

\*) Georg H. Gerson, Die Verunreinigung der Wasserläufe etc. S. 159 und folgende.

im Falle eine maximale Leistung von denselben im Sommer gefordert wird. „Denn die Wirksamkeit derartiger Anlagen kann mehr erhöht werden dadurch, dass die Parzellen, wenn abgetrocknet, öfter für ein Umpflügen oder in Dämmeplügen frei werden, als wenn eine wachsende Ernte diese Arbeit verhindert.“ Man dürfe die Menge gelöster Dungstoffe, die eine wachsende Pflanze dem Boden zu entziehen vermag, nicht überschätzen: „Es giebt keine Pflanze, welche Dünger auf so kleiner Fläche in solchen Quantitäten verbraucht, wie er einer solchen Anlage zugeführt werden kann und darf, ohne das Ackerfilter zu verstopfen, und ohne die vollkommene Oxydation des organischen Stickstoffs aufzuheben.“ — Der Zeitraum, in welchem organischer Stickstoff in feinsten Zertheilung im Acker durch Berührung mit atmosphärischer Luft und wohl auch unter Einfluss nitrifizirender Mikroorganismen oxydirt und in Salpetersäure umgewandelt werde, sei, wie ihn eigene Erfahrung gelehrt hätte, durchaus kein bedeutender.

Ein gewisses Mass für die Grösse des Selbstreinigungsvermögens des Bodens giebt folgendes Untersuchungsergebniss Franklands: Er fand, dass auf einen Sandboden von 1 qm Oberfläche und 1 m Mächtigkeit täglich 25—33 l Londoner Kanalwasser gegossen werden können mit dem Ergebnisse, dass das abfliessende Wasser ganz rein bleibt, und dass in diesem die aufgegossenen organischen Substanzen in der Gestalt von Oxydsalzen (Nitrate, Carbonate) erscheinen. — Für diese Zersetzung und Mineralisirung der organischen Substanzen ist also die Gegenwart einer genügenden Menge Sauerstoffs von der grössten Bedeutung.

Dass aber im Überschuss zugeführter Sauerstoff, mehr als gerade nothwendig ist, dann nicht mehr zu weiterer Verbesserung des Reinigungsergebnisses führt, dass also eine so kostspielige Drainirarbeit, wie sie Gerson verlangt, im Ganzen nutzlos ist, das scheint mir aus Tadjeff's\*) Untersuchungen hervorzugehen. Er fand: „Die beschleunigte Lüftung des Erdreichs unter Zuhülfenahme der Drainage zeigt dem Anschein nach einen bedeutenden Einfluss auf den Zersetzungsprozess der organischen Bestandtheile. Die sehr stark ventilirende

\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 197.

Drainage nach Petersen lässt keinen Unterschied in der Unschädlichmachung im Vergleich zu den weniger ventilirenden und auf gewöhnliche Art eingerichteten Drainagen erkennen.“

Sonach dürften den nicht unbedeutenden Mehrkosten, die die Drainage nach Gerson verursacht, entsprechende Vortheile nicht gegenüberstehen, dieses Verfahren demnach sich zur praktischen Einführung mehr wie sonst gut drainirte Erdfilteranlagen nicht eignen. — Den seinen ähnliche Anlagen sollen nach Gerson z. B. in Abingdon, Merthyr, Tydfill in Gebrauch stehen und Zufriedenstellendes leisten. Man dürfe 2000—2400 Einwohner pro ha filtrirende Fläche rechnen, und wären die Aptrirkungskosten pro ha auf 1600 M. zu schätzen.

Ein Hauptnachtheil dieser eben besprochenen Reinigungsmethode, d. h. wenn man unter Verzicht auf Bebauung das ganze Jahr hindurch die Filterflächen abwechselnd mit Schmutzwasser überstauen wollte, dürfte der sein, dass doch die Umgebung der Anlage weithin durch die Ausdünstung des Schlammes — namentlich während des Sommers möchte das der Fall sein — geradezu verpestet werden muss. Wenigstens sollte man das für unvermeidbar halten, wenn man hört, dass schon über die Ausdünstungen der Berliner Einstaubassins Klagen einlaufen, und diese werden doch nur während der kühlen Jahreszeit beschickt und liegen nur für kurze Zeit im Frühjahr mit feuchter Schlammkruste bedeckt da.

Die reinigende Wirkung der Erdfilter, wenigstens nach den in den Berliner Einstaubassins erzielten Resultaten zu urtheilen, ist also eine verhältnissmässig recht bedeutende, und mag in einer Reihe von Fällen, auch bei nicht besonders günstigen Verhältnissen des abwässernden Flusses sehr wohl genügen. Die Anlagekosten dürften, vorausgesetzt, dass ebene Flächen überhaupt zur Verfügung stehen, keine besonders hohen sein und ebenso wenig die Betriebskosten. In Betracht würde die Einführung einer reinen Erdfilteranlage für die Städte kommen, die in Folge hohen Preises von Grund und Boden sich scheuen, grosse Terrainankäufe vorzunehmen — bei intermittirender absteigender Filtration ist der Bedarf an Bodenfläche ein wesentlich geringerer als beim Rieselfverfahren — und doch in Folge der bestehenden örtlichen Verhältnisse gezwungen sind, hohe Ansprüche an die Reinheit der geklärten

Wässer stellen zu müssen. Passendes und abseits vom Verkehr liegendes Terrain müsste allerdings zu haben sein.

Als Sicherheitsventil für die während des Winters sonst nicht unterzubringende Spüljauche in Kombination mit dem Rieselsystem (wie in Berlin und vielfach in England) angewandt, erfüllen sie jedenfalls ihren Zweck in vorzüglicher Weise. Desgleichen scheinen sie auch zusammenwirkend mit der chemischen Klärung Gutes zu leisten; so wird z. B. in Birmingham\*) (620000 Einwohner) der Kanalinhalt erst in 16 Tanks durch Kalk entschlammte, und dann dem sandigen bez. kiesigen Boden zur Nachfiltration zugeführt; es hat die Stadt dabei nur einen Landbesitz von 400 ha.

Brauchbar mit der oben bezeichneten Einschränkung, dass eine Geruchsbelästigung sich vermeidbar erweist, möchte sie für grosse, wie auch kleine Verhältnisse sein, also sowohl für Städte jeder Grösse, wie auch einzelne Institute als Gefängnisse, Kasernen, Lazarethe; für die letzteren beiden namentlich besonders deshalb, weil der Betrieb ein höchst einfacher, leicht zu kontrollirender ist. — Das ganze Verfahren erinnert übrigens sehr an die früher so überaus üblichen Versitzgruben für Abortanlagen. Es müssten also wohl auch bei der Einrichtung solcher Erdfilteranlagen ganz besondere Vorsichtsmassregeln getroffen werden, dass durch Verschmutzung des Grund und Bodens und der Brunnen keine Nachtheile sich herausbilden.

Weiter kann man als wirksames Prinzip zum Reinigen von Schmutzwässern anwenden:

### III. Mechanisches Absitzenlassen in Klärbassins.

Die Natur selbst bedient sich dieses Mittels vielfach und mit bestem Erfolge, sowohl im Kleinen wie im Grossen. Der Rhein fliesst als trübes Berggewässer in den Bodensee ein und klar wieder ab, und der Abfluss der Havelseen ist wesentlich reiner als das einflussende Spreewasser.

Man kann nun entweder das Schmutzwasser in Teichen voll-

---

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1888. S. 137.

ständig zum Stillstand kommen lassen, also Ruheteiche einrichten, oder man lässt es zwar in fortschreitender stetiger Bewegung, aber in äusserst verlangsamter, verharren. Letzteres hat für einen kontinuierlichen Betrieb gegenüber dem ersteren seine leicht ersichtlichen Vortheile und wird deshalb zumeist angewandt. Man legt also am besten mehrere grosse Teiche an, so dass falls der eine oder andere gereinigt werden muss, unterdess andere in Benutzung gezogen werden können, und lässt dann an dem einen Längsende des Bassins die Schmutzwässer zufließen. Trägt man nun Sorge, dass die Stromgeschwindigkeit beim Durchziehen des Teiches genügend herabgesetzt wird, vielleicht nur 0,005—0,075 m in der Sekunde beträgt, hält man weiter jede Störung ab, die ein Aufwirbeln des Wassers zur Folge haben könnte, so fallen jetzt, dem Gesetze der Schwere folgend, auf dem Wege durch den Teich die suspendirten Körper sehr vollständig aus, und das Wasser fliesst an dem der Eintrittsstelle entgegengesetzten Längsende des Beckens völlig klar wieder ab.

Vergleichende Versuche, die man in den Frankfurter Klärbassins angestellt hat, zeigen, dass man durch dieses einfache mechanische Absitzenlassen, wenn man eben nur das Wasser genügend lange in diesem verhältnissmässigen Ruhezustande verharren lässt, die suspendirten Substanzen in eben der Vollkommenheit aus der Kanaljauche ausscheiden kann, wie man es durch Zusatz von Kalkmilch oder Aluminiumsulfat zu erreichen vermag. Aber die gelösten Substanzen werden durch dieses Verfahren selbstverständlich in keiner Weise vermindert, nehmen vielmehr durch die fortschreitende Fäulniss eher noch eine ungünstigere Beschaffenheit an. Zudem vermehrt sich die Zahl der Bakterien während des Stagnirens der Flüssigkeit ausserordentlich stark, und entwickeln Wasser und Schlamm höchst übelriechende Ausdünstungen. Es musste daher das einfache mechanische Absitzenlassen als ein für die Frankfurter Verhältnisse nicht geeignetes Verfahren bezeichnet werden.

Indess sind Anlage und Betriebskosten bei dieser Methode, wenigstens bei primitiver Ausführung derselben, so geringe, dass sie doch trotz ihrer nicht eben bedeutenden Leistung Freunde findet. Bei besonders günstigen örtlichen Verhält-

nissen mag sie auch wohl in dem oder jenem Falle Genügendes leisten. So wurde z. B. der Stadt Güstrow auf ein Gutachten des Kaiserl. Gesundheitsamtes\*) hin die Auflage gemacht, zum Zwecke der Reinigung ihrer Abwässer, bevor sie der Nebel und damit der Warnow zugeführt werden, zwei Klärbecken anzulegen. Und zwar sollen dieselben abwechselnd in Betrieb gesetzt werden, damit so der abgesetzte Schlamm jedesmal ohne Verunreinigung der Nebel, entfernt werden kann. Die Untersuchungen an Ort und Stelle führten eben Ohlmüller zu der Überzeugung, dass das Selbstreinigungsvermögen der Nebel und der sie aufnehmenden Warnow völlig ausreiche, um der aus dem Klärteiche noch abfließenden Bakterien und gelösten Schmutzsubstanzen genügend Herr zu werden. Allerdings ist Uffelmann damit nichts weniger als einverstanden. Er legt bei aller Anerkennung der guten Wirkung, die man vom Selbstreinigungsvermögen der genannten Flüsse erwarten kann, den Hauptton darauf, dass doch durch das Einleiten der in ungenügendem Grade gereinigten Abwässer in die Warnow das Trinkwasser der Stadt Rostock, das aus eben genanntem Flusse entnommen wird, zu einem unappetitlichen gemacht werden müsse.

Öfter aber, als für sich allein, wird die mechanische Ausfällung in Klärteichen bzw. Klärbrunnen in Kombination mit anderen Verfahren und zwar, wie oben erwähnt, z. B. mit Berieselung, namentlich aber mit dem der chemischen Klärung in Anwendung gezogen — (z. B. Frankfurter, Wiesbadener Kläranlage).

Grosse Hoffnung bezüglich günstiger Lösung der Frage der Reinigung der Abwässer hat man von jeher, so lange nahezu, als sie überhaupt verhandelt wird gesetzt auf die:

#### IV. Chemische Klärung.

Die Zahl der chemischen Präparate, deren Zusatz zu Schmutzwässern zu dem genannten Zwecke schon empfohlen worden ist, ist, wie oben bereits erwähnt, eine ausserordentlich hohe.

\*) Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Band 7. S. 255.

Hier seien nur folgende angeführt:

Kalk resp. Kalkmilch als allgemeines Fällungsmittel.

Kalk, Eisenvitriol und Kohlenstaub (Holden).

Alaun, Blut, Kohle und Thon (Alum, Blood and Charcoal oder Clay, woher der Name A-B-C-Prozess), wozu noch Magnesiumsalze, Eisen und Aluminiumsulfat etc. kommen (Silar und Wigner).

Kalk und Eisenchlorid resp. Eisenchlorürchlorid (angewandt in Northampton).

Kalk, Chlormagnesium und Theer (Stüvern).

Aluminiumsulfat, Zinkchlorid, Eisenchlorid und Soda (Lenk). Holzkohle, Eisenvitriol und Zinksulfat (Siret).

Kalkmilch und Manganchlorür (Knauer).

Lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat und Kalkmilch (Nahnsen-Müller).

Lösliche Kieselsäure, Aluminiumsulfat und Thomasschlacke mit und ohne Zusatz von Kalkmilch (Nahnsen-Müller).

Eisenchlorid, Eisenvitriol, Carbolsäure und Wasser als saures und als alkalisches Präparat.

Karbolsäure, Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat, Kalk und Wasser (M. Friedrich & Co., Leipzig).

Ein Salzgemisch von Eisen, Thonerde- und Magnesia-Präparaten, dessen Zusammensetzung je nach dem Abwasser verschieden ist, dazu Kalk und besonders präparirte Zellfaser etc. (Dr. Fr. Hulwa-Breslau).

In J. König's: „Über die Prinzipien und Grenzen der Reinigung von Schmutzwasser“ findet man S. 21 und folgende noch eine grosse Zahl anderer Verfahren aufgeführt, und in desselben Verfassers Werke: „Die Verunreinigung der Gewässer etc.“ werden von S. 145—208 die hauptsächlichsten von diesen chemischen Methoden einzeln und genauer besprochen.

Die günstige Einwirkung aller dieser Chemikalien auf Kanaljauche beruht darauf, dass sie nach Zusatz zu derselben, entweder unter sich, oder mit Bestandtheilen eben der Schmutzwässer unlösliche Verbindungen eingehen. Indem nun diese letzteren ausfallen, reissen sie mit sich die in der Flüssigkeit

suspendirten festen Partikelchen zu Boden. Trifft man also zweckentsprechende Vorrichtungen — und solche besonderen Vorrichtungen sind bei jeder chemischen Klärung nöthig — die denn auch ein völliges Absetzen dieser Trübung gewährleisten, so vermag man durch Zusatz eines jeden der genannten chemischen Mittel aus der mehr oder weniger undurchsichtigen und übelriechenden Spüljauche, eine klar abfliessende geruchlose Flüssigkeit herzustellen. Nur wird allerdings in dem einen Falle dieser, in dem anderen jener chemische Zuschlag etwas schneller und besser wirken, je nach der speziellen Beschaffenheit und Zusammensetzung der zufließenden Schmutzwässer, und demnach zweckmässiger anzuwenden sein — das muss eben in jedem einzelnen Falle ausprobiert werden. Der Hauptsache nach aber ist die Wirkung aller dieser Mittel und Verfahren die gleiche.

Nach J. König\*) verdienen bei der praktischen Anwendung die Chemikalien den Vorzug, die

1. einen thunlichst voluminösen Niederschlag bilden und die stärkste chemische Bindung, z. B. die des Schwefelwasserstoffs, der Phosphorsäure, bewirken;
2. deren Niederschläge thunlichst schnell absetzen;
3. die thunlichst wenig kosten.

Der Hauptton wird aber wohl auf den Kostenpunkt gelegt werden müssen. Ein etwas besser wirkendes, aber wesentlich theureres Mittel wird man eben, weil es theuer ist, nicht wählen. Man verbraucht nämlich in jedem Falle recht ansehnliche Mengen des betreffenden Chemikals und muss daher, um den Betrieb nicht gar zu kostspielig zu machen, sehr auf den Preis des zuzusetzenden Mittels sehen. Die wirkliche Auswahl unter der so unendlich erscheinenden Anzahl von wirksamen Substanzen ist demnach in der Praxis keine gar zu grosse. Man wird sogar nur solche Substanzen verwenden können, die die Natur in möglichster Nähe des Verbrauchsortes in solcher Menge und solcher Form darbietet, dass die Kosten, die die Anfertigung des speziellen chemischen Präparats und seine Zuführung an den Ort des Verbrauchs bedingen, eine

---

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1888. S. 371.

gewisse Höhe nicht überschreiten. Es entsprechen diesen eben genannten Anforderungen ganz gewöhnlich am meisten und sind deswegen bei weitem am häufigsten im Gebrauch die Kalk, Thonerde- und Kieselsäure-Präparate.

Die günstige Einwirkung der chemischen Zusätze auf die Schmutzwässer besteht also der Hauptsache nach in einem beschleunigten Ausfällen der suspendirten Substanzen; recht günstig pflegen sie aber auch auf den Gehalt an Bakterien einzuwirken. Diese letzteren werden gleichfalls der grossen Mehrzahl nach mit den groben suspendirten Stoffen zu Boden gerissen, unter Umständen wohl auch durch die desinfizierende Einwirkung der Chemikalien abgetödtet. Das abfliessende gereinigte Wasser ist immer verhältnissmässig bakterienarm. — Auf den Gehalt der Siedjauche an gelösten Substanzen, namentlich aber an gelösten organischen Stoffen hat jedoch keines dieser Chemikalien einen als durchschlagend günstig zu bezeichnenden Einfluss. Wir vermögen zwar den Schwefelwasserstoff und die Phosphorsäure ziemlich vollkommen auszuschcheiden, nicht aber das Kalium, Natron, und besitzen bis jetzt kein chemisches Mittel, das die gelösten organischen Stoffe in durchgreifender Weise zu fällen oder sonst wie auszuschcheiden im Stande wäre. Auch für das Ammoniak\*) kennen wir kein wirksames und praktisch anwendbares chemisches Fällungsmittel, um es aus den fauligen Schmutzwässern entfernen zu können. Die Fällung der gelösten organischen Stoffe kann nur in sehr beschränkter Masse durch Chemikalienzusatz unterstützt werden.

Rubner\*\*) giebt an, dass entfernt werden in Prozenten durch den

	von suspendirten Stoffen	von gelöstem Kohlenstoff	Stickstoff
Holdenprozess . . . .	100,0	28,3	0
Aluminiumsulfat . . . .	79,0	3,8	48,0
A-B-C-Prozess . . . .	92,0	32,1	54,3
Kalk und Eisenchlorid .	99,8	50,1	37,1

\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 147.

\*\*) Rubner, Lehrbuch der Hygiene. S. 389.

Es sind also die bei chemischer Reinigung klar und wohl auch geruchlos abfließenden Wässer, deshalb weil sie klar und geruchlos sind, noch lange nicht völlig unbedenklich;\*) sie enthalten vielmehr noch eine ansehnliche Menge fremdartiger und geradezu bedenklicher Bestandtheile in Lösung.

Ob demnach die chemische Klärung des Sielwassers in einem bestimmten Falle für genügend zu betrachten ist oder nicht, muss jedesmal unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse festgestellt werden.

Bei Weitem am häufigsten von allen oben genannten Fällungsmitteln steht der Kalk, bezüglich die Kalkmilch im Gebrauch, und zwar entweder für sich allein oder mit noch anderen chemischen Präparaten kombinirt. Seine Hauptvorteile sind, dass er im Vergleich zu den anderen Stoffen eine sehr günstige Einwirkung ausübt, in der Regel relativ billig zu beschaffen ist, sowie sich auch recht handlich in der Anwendung erweist. Es bildet nämlich der Kalk mit dem in den fauligen Schmutzwässern vorhandenen doppelkohlensauren Calcium oder der freien Kohlensäure resp. der an Alkalien gebundenen Kohlensäure einfachkohlensaures Calcium. Indem dieses sich ausscheidet, wirkt es ganz wie ein durch die Schmutzflüssigkeit hindurchziehendes feinporiges Filter, d. h. es reisst mit sich alle suspendirten Substanzen einschliesslich der Mikroorganismen zu Boden. Getödtet\*\*) werden die letzteren, wenigstens mit Sicherheit, nicht; um dies zu erreichen, bedarf es einmal eines ziemlich hohen Kalkzusatzes und dann auch recht langer ungehinderter Einwirkung desselben auf die Schmutzwässer. Nach Fischer\*\*\*) vermochte erst ein Zuschlag von 24 kg Kalk zu 1 cbm Potsdamer Sielwasser bei 24stündiger Einwirkung dem letzteren zugesetzte Typhus- und Cholerakeime mit Sicherheit abzutöden. Und Proskauer fand in durch Kalk niedergeschlagenem Schlamm noch zahlreiche entwicklungsfähige Keime. Mit diesen Angaben stimmen

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1888. S. 193.

\*\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1891. Supplement. S. 149.

\*\*\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung etc. S. 108.

auch die Untersuchungsergebnisse von Liborius\*) bezüglich der bakterientödtenden Eigenschaften der Kalkmilch gut überein.

Bei allen in Betrieb befindlichen Kläranlagen wird aber thatsächlich einmal erheblich weniger Kalk, als nach diesen Untersuchungen zur Abtödtung der Keime erforderlich wäre, zugesetzt, und dann ist auch die Einwirkungszeit desselben bedeutend kürzer bemessen.

Es wird den Schmutzwässern zugemengt pro 1 cbm:

	Kalk	Einwirkungsdauer
in Potsdam . . . . .	0,6 kg	1 Stunde
„ Halle . . . . .	0,25 „	? „
„ Wiesbaden . . . . .	0,32 „	3—6 „
„ Frankfurt . . . . .	0,05 „	6 „
„ Dortmund . . . . .	0,3 „	? „

Um also unter diesen Umständen die Mikroorganismen doch unschädlich zu machen, wird man demnach einmal dafür zu sorgen haben, dass ein Wiederaufrühren der abgesetzten Massen vermieden wird, und dann wird man gut thun, dem Sielwasser wenigstens so viel Kalk beizumengen, dass im Klarwasser davon noch ein gewisser Überschuss enthalten ist. Es bleibt dann das letztere noch eine gewisse Strecke Wegs vor Neuansteckung geschützt; erst nämlich, wenn der Ätzkalk völlig wieder ausgefallen ist, und die alkalische Reaktion der neutralen Platz gemacht hat, beginnt von neuem eine Entwicklung von Mikroben.

Allerdings hat aber auch dieser Kalk-Überschuss wieder seine Nachteile. Es löst einmal Ätzkalk gewisse feste stickstoffhaltige Verbindungen auf, vermehrt also unter Umständen sogar die Menge der in Lösung befindlichen faulfähigen Substanzen, und dann kann der im Flussbett schliesslich ausfallende Kalk zur Verschlammung Anlass geben und ausserdem den Fischen sehr schädlich werden. Man hat daher vorgeschlagen, ihn sofort, wenn er seine Schuldigkeit gethan hat, durch Einleiten von Kohlensäure (K. und Th. Möller) oder von Schornsteinluft (J. König\*\*) wieder auszufällen; doch würden dementsprechende Einrichtungen wieder einen beträchtlichen

\*) Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. 5. S. 252.

\*\*) J. König, Die Verunreinigung der Gewässer etc. S. 59.

Kostenaufwand bedingen, das ohnehin schon theure chemische Verfahren noch kostspieliger gestalten, ohne dabei die Klärwässer auch jetzt vollkommen unschädlich gemacht zu haben. Praktische Verwendung haben diese Vorschläge, soviel mir bekannt, nirgends gefunden.

Wird neben dem Kalk ein Eisen- oder Thonerdesalz angewendet, so bilden sich mit dem kohlensauren Kalk gleichzeitig die unlöslichen Oxyd- oder Oxydulverbindungen dieser Basen und unterstützen so mehr oder weniger die Ausfällung der suspendirten Schlammstoffe; eine nennenswerthe bakterientödtende\*) Kraft kommt denselben nicht zu. Die übelriechenden Stoffe der Schmutzwässer werden entfernt, indem z. B. der Schwefelwasserstoff durch Kalkmilch als Schwefel-Calcium oder bei Anwendung von Eisensalzen als Schwefel-Eisen gebunden wird.

Das so behandelte Wasser fließt also klar und geruchlos ab und enthält nur wenige tausend Keime pro cbcm. Diese günstigen Eigenschaften behält es bei, so lange es Kalk im Überschuss gelöst enthält; ist dieser ausgefallen, so beginnt, wie oben bereits erwähnt, die Zersetzung von neuem, weil eben der Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen den Mikroorganismen günstige Existenzbedingungen darbietet. Wo aus diesem Grunde die chemisch geklärten Gewässer noch nicht dem natürlichen Flusslaufe übergeben werden können, wird man sie also noch einer Nachreinigung unterwerfen müssen, ihnen die gelösten faulfähigen Substanzen durch ein Hülfverfahren wie Rieselung oder Filtration durch Erde noch zu entziehen haben.

Praktisch sind derartig kombinirte Anlagen, wie schon oben erwähnt, mehrfach in England im Gebrauch (z. B. in Manchester) und leisten Zufriedenstellendes. Die vorausgeschickte chemische Ausfällung der suspendirten Substanzen vermindert die Zuführung von Schlammmassen zu den Rieselfeldern, bez. Erdfilter-Anlagen beträchtlich. Beide brauchen deshalb bei Weitem nicht einen so bedeutenden Umfang zu besitzen, wie sie sonst haben müssten, und man bedarf so eines wesentlich geringeren Landerwerbes.

---

\*) Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. 5. S. 252 und folgende.

Bei theurem Grund und Boden kann also die eben besprochene Kombination zwischen chemischer Klärung und nachfolgender Rieselung oder Filtration durch den Erdboden einen sehr zweckmässigen Ausweg darstellen.

Die chemisch geklärten Wässer auf andere Weise, wie etwa durch mechanische Zuführung von Sauerstoff mittelst Einblasens von Luft (z. B. in Wiesbaden) oder durch Einpumpen von Schornsteinluft\*), durch Leiten über Drahtnetze oder über Gradirwerke zu verbessern, hat zu praktisch irgendwie werthvollen Resultaten nicht geführt.

Wie schon oben erwähnt, liegt es in der Natur der Sache, dass bei Vornahme der chemischen Klärung von Abwässern stets besondere Vorrichtungen getroffen werden müssen, die das thatsächlich vollständige Ausfallen des einmal durch den Chemikalien-Zusatz hervorgerufenen Niederschlags denn nun auch garantiren bezw. hat man sich bemüht, diesen Prozess zu unterstützen und zu beschleunigen. Diese letztere Aufgabe hat man in der verschiedensten Weise zu lösen versucht und hat zu dem Zwecke die chemische Klärung mit so ziemlich allen Verfahren kombinirt, die ein mechanisches Absitzen von in Flüssigkeit suspendirten Körpern zu befördern geeignet erscheinen können. Die wichtigsten der in diesem Bestreben konstruirten, häufig sehr geistreich erdachten und zum Theil auch praktisch wohl erprobten Reinigungssysteme sind etwa die nachstehend besprochenen.

Aber wohl verstanden, alle diese Anlagen können nur eine möglichst vollkommene praktisch-brauchbare Ausscheidung der suspendirten Stoffe, einschliesslich der Bakterien, anstreben; der Gehalt der Schmutzwässer an gelösten Stoffen wird durch keine dieser besonderen Einrichtungen mehr wie bisher beeinflusst.

Man lässt also

1. die mit einem chemischen Zusatze versehenen Schmutzwässer rein mechanisch wirkende Filter passiren.

Derartige Anlagen finden sich namentlich öfters in England, und zwar wird hier dann besonders gern zerkleinerter

\*) J. König, Über die Prinzipien und die Grenzen der Reinigung. S. 45 und J. König, Die Verunreinigung der Gewässer u. s. w. S. 70—73.

ungesiebter Gaskoaks als Filtermaterial benutzt. Es bietet derselbe insofern einen bemerkenswerthen Vortheil, als er bei günstiger Filtrationsleistung dann, wenn er unbrauchbar geworden ist, durch Verheizen auf die einfachste Weise beseitigt und noch verwerthet werden kann.

Dass dem Torf ähnliche Vorzüge nicht inne wohnen, und dass er sich zu Filtermaterial nicht eignet, ist oben ausführlicher besprochen worden.

Wenn nun auch durch solche Filtervorrichtungen die suspendirten Stoffe gut und genügend zurückgehalten werden mögen, so werden die geklärten Wässer doch schwerlich verhältnissmässig bakterienrein sein; es liegt die Gefahr sogar nahe, dass die Filter selbst Fäulnissherde werden und so dem durch Chemikalienwirkung bakterienarm gemachten Wasser von neuem recht zahlreiche Keime zuführen.

Diesen letztgenannten Fehler vermeiden die Methoden, die den Schlamm dadurch sich absetzen lassen, dass sie die mit chemischem Zuschlag versehenen Schmutzwässer

2. in Klärbassins einleiten.

Und zwar beutet man entweder das Prinzip der langsamen horizontalen Strömung mit vertikaler Fällung aus — konstruirt demnach flache ausgedehnte Klärteiche — oder verwendet das der vertikalen Strömung und Fällung — baut also eine Anzahl tiefer hintereinander einzuschaltender Klärbrunnen. Selbstverständlich kann man auch Klärteiche und Klärbrunnen kombinirt verwenden.

Als Beispiel einer gut ausgebildeten reinen Klärbeckenanlage mag hier die diesbezügliche Frankfurter\*) Anstalt etwas näher besprochen werden.

### Frankfurter Klärbeckenanlage.

Es ist dieselbe bestimmt, die gesammten Abwässer von Frankfurt (150000 Einwohner), d. h. durchschnittlich 25 bis 30000 cbm, in maximo 80000 cbm pro Tag so zu klären, dafs sie, ohne Schaden anzurichten, in den Main abgelassen werden können. Zu dem Zwecke hat man zwei Gruppen von

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege 1889. S. 89.

je vier Klärbecken à 82 m lang und 6 m breit längs des Mains erbaut. Das Wasser wird mit natürlichem Gefälle durch den Hauptsammelkanal zunächst einem Sandfang zugeführt. Dadurch, dass seine Stromgeschwindigkeit in diesem auf  $\frac{1}{10}$  der ursprünglichen herabgesetzt wird, kommt hier ein reichliches Absitzen der schwersten, hauptsächlich mineralischen Schmutzbestandtheile zu Stande. Alsdann tritt das so vorgereinigte Wasser durch Siebvorrichtungen hindurch, wird durch dieselben von den groben schwebenden Bestandtheilen wie Papier, Lappen etc. befreit und fließt nun in die Mischkammer. Hier wird es mit dem Chemikalienzusatz versehen und zwar in einem Verhältniss, dass auf je 6000 cbm Spüljauche 1 Tonne schwefelsaure Thonerde und  $\frac{1}{4}$  Tonne Kalk kommt. Nachdem das Schmutzwasser mit diesem Zusatz gut vermischt worden ist, gelangt es jetzt in die Klärteiche und zwar an dem einen, dem östlichen Kopfende; dabei wird seine Stromgeschwindigkeit nochmals um das zehnfache vermindert. Es durchläuft demnach das Wasser mit  $\frac{1}{100}$  seiner Eintrittsgeschwindigkeit und zwar durchschnittlich mit einer Geschwindigkeit von 4 mm in der Sekunde die Klärbecken. Auf seinem Wege von dem einen zum anderen Kopfende lässt es nun seine suspendirten Bestandtheile fallen und zwar so vollkommen, dass es schliesslich völlig klar abfließt. Es verbleibt das Wasser im Ganzen 6 Stunden in der Anlage. Um nicht in den Fehler zu verfallen, dass bald mit den theuren Chemikalien Verschwendung getrieben wird, bald aber davon nur in unzureichender Menge zugesetzt wird, sind noch besondere Vorkehrungen getroffen, die bezwecken, dass die Menge der zugesetzten Chemikalien jeweilig der Menge und dem Gehalte der Spüljauche an Schmutzbestandtheilen möglichst genau entspricht. Hat sich in einem Klärbecken eine bestimmte Menge Schlamm abgelagert, so wird es vom weiteren Zufluss ausgeschaltet, das überstehende Wasser ablaufen lassen, und dann der Schlamm, der eine sehr dünnflüssige Beschaffenheit zeigt, durch Saugpumpen abgehoben. Er wird dabei in Behälter geleitet, die in die Erde eingegraben worden sind und soll hier, ehe man ihn weiter transportirt, durch Verdunstung und Versickern noch möglichst viel von seinem Wasser abgeben. Das durch das eben be-

schriebene Reinigungsverfahren erzielte Ergebniss ist ein verhältnissmässig günstiges.

Folgende Analyse\*) mag zur Veranschaulichung des damit zu erzielenden Reinigungseffektes dienen:

		Siel- jauche	Klär- wasser
suspensirt organische Stoffe	Keimgehalt . . . . .	3 000 000	300 000
	Summe . . . . .	588 mg	93 mg
	Glührückstand . . . . .	238 "	54 "
	Glühverlust . . . . .	350 "	37 "
	Organischer Stickstoff . . . . .	15 "	0 "
	Oxydirbar durch Sauerstoff . . . . .	127 "	12 "

		Siel- jauche	Klar- wasser	
gelöst organische Stoffe	Summe . . . . .	774 mg	1095 mg	
	Mineral. Stoffe	Summe Glührückstand . . . . .	350 "	700 "
		Thonerde und Eisenoxyd . . . . .	19 "	82 "
		Kalk . . . . .	102 "	62 "
		Schwefelsäure . . . . .	10 "	23 "
	Stick- stoff	Glühverlust . . . . .	424 "	395 "
		Organisch . . . . .	14,1 "	4,7 "
		Ammoniak . . . . .	77,0 "	70,3 "
		Oxydirbar durch Sauerstoff . . . . .	12,8 "	16,6 "

Es sind demnach die suspendirten Substanzen ziemlich vollkommen ausgeschieden, die Zahl der Bakterien ist wesentlich vermindert, hingegen die Gesammtmenge der gelösten Substanzen nicht unbeträchtlich sogar noch angewachsen. Wenn sich nun auch dieser Zuwachs auf Mineralbestandtheile bezieht, also grossen Bedenken nicht unterliegt, so sind doch andererseits eben die gelösten organischen Stoffe in nicht

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung. S. 99 No. 6.

nennenswerthem Masse vermindert. Durch das Einleiten des geklärten Wassers in den Main sind, obwohl es also eine nicht unbedeutende Menge bedenklicher und faulfähiger Stoffe noch enthält, bis jetzt Missstände nicht hervorgerufen worden — im Gegentheil sind die früheren Klagen über Verunreinigung des Flusses seit Einführung der Abwässerklärung völlig verstummt. Doch verursacht das Verfahren recht beträchtliche Kosten.

Die Gesamt-Anlage erforderte einen Kapitalaufwand von rund 700000 Mark und entfällt für Abwässerreinigung insgesamt ein Betrag von jährlich 1.20\*) Mk. auf den Kopf der Einwohnerschaft. Es ist das Frankfurter Werk nach dem Muster von in England schon seit Jahren bestehenden Klärbeckenanlagen erbaut, und konnte man so von den dort, z. B. in Hawik (15 000 Einwohner) und Bradford gemachten Erfahrungen Nutzen ziehen.

Das Verfahren, Sielwässer nach Zusatz von Chemikalien zur Beendigung der dadurch eingeleiteten Klärung in langsamem Strome in der Fläche ausgedehnte Klärbecken passiren zu lassen, führt also zweifellos zum Ziele. Doch braucht man zur Anlage dieser Teiche immerhin ein ansehnliches Terrain, und das kann unter Umständen, namentlich in einer grossen Stadt, eine recht beträchtliche Geldausgabe nöthig machen. Ausserdem sind die Herstellungskosten der Bassins selbst, wenigstens bei einer Ausführung wie in Frankfurt, wo die Anlagen überwölbt sind, auch recht ansehnliche. Der Betrieb ist gleichfalls ein ziemlich komplizirter und schliesslich stellen sich die Betriebskosten gleichfalls recht hoch. Diese Nachteile hat man nun zunächst dadurch zu umgehen versucht, dass man statt des Principis der langsamen horizontalen Fortbewegung, die, um zu genügendem Ausfallen der Sinkstoffe zu führen, lange Strecken von bedeutender Oberfläche bedarf, das der vertikal auf- und absteigenden Bewegung setzte, also tiefe Klärbrunnen benutzte.

Solche Anlagen sind z. B. in Betrieb: in Dortmund (sechs

---

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1893. Supplement. S. 142.

Brunnen von à 6,5 m Durchmesser und 12 m Tiefe), in Ottensen und Halle.

Die letztere\*) mag hier etwas genauer besprochen werden.

Halle'sche Klärbrunnenanlage nach Müller-Nahnsen.

Wie schon erwähnt, dient sie dazu, die Schmutzwässer eines bestimmten Stadttheils mit 10000 Einwohnern so zu klären, dass sie ohne Schaden anzurichten in die Saale abgelassen werden dürfen. Sie verarbeitet täglich gegen 900 cbm Kanaljauche, vermag deren aber noch 3000 cbm zu bewältigen. Erbaut ist die Anstalt von der Firma Müller-Nahnsen und benutzt als Chemikalien-Zusatz ein von derselben geliefertes Präparat von geheim gehaltener Zusammensetzung (Kalk und ein besonderes Gemisch von schwefelsaurer Thonerde und Kieselsäurehydrat). Die Abwässer treten zunächst in einen als Sandfang wirkenden Vorbrunnen; alsdann fließen sie zu einem sehr geistreich erdachten Regulirungsapparate, der ein ganz genaues Messen der zuströmenden Wassermenge und eine immer gleichgrosse Beimengung des Chemikaliengemisches im Verhältniss zu der Schmutzwassermenge ermöglicht. Darauf ergiessen sich die Sielwässer, nachdem sie noch ein Sieb zwecks Ausscheidung von Holz, Stroh etc. passirt haben, in einen  $7\frac{1}{2}$  m tiefen Klärbrunnen von 4 m Durchmesser. Und zwar treten sie in diesen  $2\frac{1}{2}$  m über den Boden ein, setzen ihre Schlammmassen ab und steigen, den ganzen Brunnenquerschnitt ausfüllend, nun nach oben. Alsdann fließen sie über die Ränder des Brunnens und machen in einem zweiten Brunnen noch einmal denselben Reinigungsprozess durch. Aus dem zweiten Brunnen fliesst das Wasser völlig klar und geruchlos ab. Die in den untersten Brunnentheilen zurückbleibenden Schlammmassen werden ohne Störung des Betriebs zeitweilig mittelst einer Pumpe abgehoben und nach den Filterpressen gedrückt. Hier werden sie, so weit als möglich, von Wasser befreit, zu Kuchen gepresst, und können sofort, lose verladen abgefahren werden. Die Anlagekosten haben 35000 Mark betragen; der tägliche Betrieb erfordert einen Aufwand von 18 Mark, die Reinigung der Abfallwässer kommt

\*) Nach direkten Mittheilungen der Herrn Stadtbaurathes Genzmer.

zu stehen jährlich auf 83 Pfg. für den Kopf der Einwohnerschaft. Die Anlage ist seit 1886 in Betrieb und entsprechen die damit erzielten Erfolge den gestellten Anforderungen. Eine Geruchsbelästigung der Nachbarschaft erfolgt nicht.

Es zerlegt das eben besprochene Müller-Nahnsen'sche Reinigungsverfahren nach einem Gutachten von Drenckman das Kanalwasser in: „ein von Sinkstoffen wesentlich entlastetes gut desinfiziertes Wasser, das aus der Reinigungsanlage abfließt und in einen in den Brunnen rasch und gewöhnlich scharf absitzenden Schlamm, welcher in regelmässigen Intervallen nach der Filterpresse gepumpt, in dieser eine dichte lose verladungsfähige Form gewinnt. Als Beispiel für die Wirksamkeit des besprochenen Verfahrens mag nachfolgende Analyse Drenckmann's dienen:

	Ganzes Kanal- wasser	ohne Sus- pension	Sus- pendirte Stoffe	Ge- reinigt
Gesamtrückstand . . . . .	2227	1642	585	1714
Mineralstoffe . . . . .	1456	1223	233	1363
Schwefelwasserstoff . . . . .	.	4,5	.	fast 0
Gesamtstickstoff . . . . .	137,6	90,5	47,1	62,9
Phosphorsäure . . . . .	99,0	26,4	72,6	12,0
Zur Oxydation erforderl. Sauerstoff . . . . .	592,0	400	192,0	320,0
Alkalität bezog. auf Kalk Gesammt. Kalk . . . . .	474	200	262	210
Kali . . . . .	.	102,2	.	317
Natron . . . . .	.	387,6	.	122,4
Chlor . . . . .	.	276	.	402
Bakteriengehalt:	2—18 Mill. Keime			7000—35 000 Keime
Farbe . . . . .	bräunlich schwarz opalisirend schlammig.			sehr blank und hell un- bedenklich
Geruch . . . . .	durchdrin- gend faulig ammoniak- alisch			geruchlos

Misstände infolge Einleitens der so gereinigten Wässer in die Saale haben sich nicht herausgestellt.

Von Interesse ist noch, dass Versuche, die angestellt wurden, in den Klärbrunnen allein durch einfaches mechanisches Absitzen, also ohne Zuhülfenahme von Chemikalien, eine Reinigung der Abwässer zu erzielen, ein völlig negatives Ergebniss lieferte. „Die ein- und austretenden Abwässer waren dem Anscheine nach vollkommen identisch. Eine Klärung fand nicht statt.“

Da bei den Frankfurter Klärbeckenanlagen mechanische Klärung allein schon die suspendirten Stoffe sehr vollkommen absetzen lässt, so scheint mir das darauf hinzudeuten, dass, indem man verabsäumte, die das Absitzen beschleunigende Wirkung der Chemikalien voll auszunutzen, man in Frankfurt eine Verschwendung in Bezug auf das Raumaussmass der Becken getrieben hat, während das Müller-Nahnsen'sche Tiefbrunnen-Verfahren diesen Vortheil besser ausbeutet und damit an Anlagekosten spart.

Eine Kombination zwischen Klärbecken und Tiefbrunnen-Anlagen stellt die Wiesbadener\*) Abwässerreinigungsanstalt dar. Bemerkenswerth ist dabei, dass man hier allein mit Kalkzuschlag arbeitet (2400 kg Kalk auf etwa 7500 cbm Abwässer). Während nämlich in Frankfurt ein Zusatz von schwefelsaurer Thonerde neben Kalk ein wesentlich besseres Resultat gab, wie Kalk allein für sich, machte man in Wiesbaden die Erfahrung, dass Beimengen von Thonerdesulfat nach keiner Richtung hin weiteren Vortheil brachte; der Grund liegt wohl darin, dass das Wiesbadener Kanalwasser verhältnissmässig stark Kochsalzhaltig ist. Ausserdem wird hier die Mischung des Schmutzwassers mit der Kalkmilch durch Einblasen von Luft bewerkstelligt und durch das geklärte Wasser am Ausflusse nochmals Luft hindurch geblasen.

Auf den Schlammfiltern, deren Boden aus losen groben Steinen und Kies besteht, in die Sickerbohlen eingelegt sind, verliert der Schlamm in ungefähr zwei Wochen die Hälfte

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung etc. S. 88.

seines Volumens durch Wasserabgabe und ist dann stichfest geworden. Da Abnehmer fehlen, benutzt man ihn zur Erhöhung des Platzes.

Die Anlagekosten des Gesamtwerks betragen 60000 Mark und erwächst der Stadt Wiesbaden durch die Abwasserreinigung insgesamt eine Ausgabe von 79 Pfennig pro Kopf und Jahr. Die früher vorhandenen durch Flussverunreinigung hervorgerufenen Missstände sind seit Einführung der Klärung völlig verschwunden.

### Röckner-Rothe's Apparat.

Ein Verfahren, das sich bemüht, die betreffenden Anlagen auf einen möglichst kleinen Raum zusammenzubringen ist das Röckner-Rothe'sche.\*) Es werden die in einem Sandfange und durch Siebe vorgereinigten und mit einem Chemikalienzusatz versehenen Schmutzwässer zunächst in die Tiefe eines Klärbrunnens geführt. Ueber diesen Brunnen ist nun ein als Heber wirkender senkrecht gestellter eiserner Zylinderkessel in der Weise montirt, dass er mit seinem untern offenen Ende in die Flüssigkeit eintaucht. Wird jetzt mittelst Luftpumpe ein Vacuum in dem Kessel erzeugt, so steigen die Schmutzwässer aus dem Brunnen in den Kessel hinauf, und zwar bis zu der möglichen Höhe von 10,3 m. Auf diesem senkrecht gegen die Schwerkraft von der Tiefe des Brunnens bis zur Höhe des Kessels langsam zurückgelegten Wege verlieren sie nun die suspendirten Substanzen und fließen dann, oben angelangt, gereinigt und klar durch ein Rohr ab. Dieses letztere Rohr führt, als zweiter Heberarm wirkend, nach einem zweiten Brunnen, dessen Niveau, um eben diese Heberwirkung zu erzielen, immer tiefer gehalten wird, als das des ersten Brunnens. Besonderes Gewicht legen die Erbauer darauf, dass das Wasser, indem es beim Aufsteigen einen eigenartigen Stromverteiler passirt, durch Schlammablagerung auf die Bretter desselben sich selbst eine Art Filter herrichtet. Da nämlich alle später nachfolgenden Wasserschichten dann durch diese Schlammmassen beim nach Aufwärtsströmen hindurchtreten müssen,

\*) W. Rothe, Röckner-Rothe'sches Verfahren zur Reinigung städtischer und gewerblicher Abwässer.

so werden sie auf die Weise gleich einem Filtrationsprozess unterworfen. Durch Einschaltung dieses Schlammfilters soll die Klärung in ganz besonders hervorragendem Masse beschleunigt werden.

Ebenso wird der Luftverdünnung im Kessel eine die Klärung begünstigende Einwirkung zugeschrieben. Dadurch, dass die an den schwebenden Partikelchen hängenden Luft- und Gasbläschen veranlasst werden, aus dem Wasser zu entweichen und die Schlammtheilchen loszulassen, können diese letzteren nunmehr der Schwere folgen und zu Boden fallen; auf die Weise würde eine weitere Beschleunigung des Absitzens der suspendirten Massen erzielt.

Und in der That geht der Klärprozess im Rökkner-Rothe-Apparat ausserordentlich schnell vor sich; das Wasser bleibt im Ganzen nur eine Stunde lang in demselben, während es in den Frankfurter Klärbecken sechs und in der Wiesbadener Anlage vier bis sechs Stunden verweilt.

Infolge Ausnützung aller dieser eben genannten Hilfsmomente vermöge denn das besprochene Reinigungssystem mit verhältnissmässig sehr kleinem Ausmasse der Kläranlagen auszukommen, sei also in Anlage und Betriebe billiger als die anderen Verfahren. Der Chemikalienzusatz richtet sich nach der Art der zu klärenden Abwässer und ist jedesmal durch ausprobiren genauer festzustellen. In Essen verwendet man z. B. Kalk und Aluminiumsulfat, in Potsdam Kalk und ein geheim gehaltenes Präparat. Der Schlamm wird ohne Unterbrechung des Betriebes durch Saugpumpen aus der Tiefe des Klärbrunnens gehoben und soll je nach seiner Beschaffenheit weiter behandelt werden. Da er aber sehr dünnflüssig zu sein pflegt — er enthält 80<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Wasser und beträgt im Allgemeinen 1—2<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>0</sup>/<sub>0</sub> des geklärten Wassers —, so verursacht es, nicht eben selten beträchtliche Schwierigkeiten sich dieser ansehnlichen Massen zu entledigen.

Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit des Verfahrens soll hier eine Analyse\*) (Proskauer und Nocht) von

1. Potsdamer ganzer,
2. gereinigter Sieljauche

angeführt werden.

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung etc. S. 107.

Decantirte Flüssigkeiten (mg im Liter)							Suspend. Stoffe (mg im Liter)				
Abdampfungs- Rückstand	Glühverlust	Kalk	Chlor	Oxydirbarkeit (Verbrauch von Kali permang.)	Gesamtstickstoff	Stickstoff in Form flüchtiger Verbindun- gen (Ammoniak)	Gesamt	Glühverlust	Gesamtstickstoff	Stickst. als Ammoniak	Keime pro cbcm
1) 1839	532	62	110	414	204	110	143	62	17	—	257 Mil- lionen
2) 1600	341	108	238	276	210	146	—	—	—	—	3000

Es ist also der erzielte Reinigungseffekt ein verhältnissmässig recht günstiger. Die suspendirten Substanzen sind völlig ausgeschieden, der Bakteriengehalt ist ausserordentlich stark vermindert, die gelösten Substanzen freilich sind nicht wesentlich verändert worden.

Die Stadt Essen, in der schon seit etwa zehn Jahren ein Röckner-Rothe'scher Apparat in Betrieb steht, ist andauernd mit den damit erzielten Resultaten zufrieden; auch die Regierung hat sich mit dem Reinigungseffekt einverstanden erklärt unter dem Hinzufügen: „dass dem Verfahren als solchem vom technischen und sanitären Standpunkte Bedenken nicht entgegen ständen.“ Die Gesamtkosten der Abwässerreinigung berechnen sich für Essen auf jährlich 65 Pfg. pro Kopf.

In Braunschweig stellte sich das nämliche Verfahren nach Mitgau\*) auf 95 Pfg. pro Kopf und Jahr, also wesentlich theurer wie in der erstgenannten Stadt. Die Mehrkosten waren hauptsächlich bedingt durch einen Mehrverbrauch von Chemikalien infolge der andersartigen Beschaffenheit der Braunschweiger Sielwässer und den verhältnissmässig höheren Preis der Chemikalien und Kohlen in Braunschweig gegenüber Essen. Ausserdem machte in erstgenannter Stadt, da die Anstalt in bewohnter Gegend erbaut worden war, die Unterbringung des Schlammes grosse Schwierigkeiten und rief in Folge Geruchsbelästigung Klagen der Nachbarschaft hervor. Zudem wurde

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1893. S. 160 und folgende.

es von einer Sachverständigen-Kommission nicht für zulässig erklärt, das gereinigte Wasser, weil es noch zu viel gelöste Schmutzstoffe enthielte, in die Oker einzulassen. Es entsprach somit die Rökner-Rothe'sche Anstalt in Braunschweig den zu stellenden Anforderungen nicht und ist daher ausser Betrieb gesetzt worden.

Für Gefängnisse, Kasernen, Lazarethe dürfte sich das Verfahren wegen der immerhin beträchtlichen Anlagekosten und der dauernden nöthigen Überwachung des Betriebes nicht besonders eignen, wohl aber hat es sich gut bewährt für Fabrikabwässer, die viel organische Substanzen enthalten, wie von Brauereien, Stärkefabriken, und stehen für diesen Zweck mehrere in Anwendung.

Eine wesentliche Schwierigkeit bereitet in allen Fällen von chemischer Klärung die Beseitigung der immer neu sich absetzenden ganz bedeutenden Schlammmassen. So z. B. sind in Crossness,\*) einer der Hauptausmündungsstellen der Londoner Siele, bei Klärung mittels Kalk und Eisenvitriol wöchentlich 40 000 Tonnen Schlamm wegzuschaffen. Es geschieht dies durch Abfuhr in die Nordsee, und verursacht, trotzdem hier der billige und bequeme Wasserweg zu Gebote steht, doch ganz erhebliche Schwierigkeiten.

Die Hoffnung, dass die Landwirthe diese Massen wegen ihres Dungwerthes kaufen würden, dass sie womöglich sich zu einer Einnahmequelle entwickeln würden, hat sich als völlig eitel erwiesen. Da der grösste Theil der in den Abwässern enthaltenen Dungstoffe nicht mit den suspendirten Stoffen ausfällt und in den Schlamm übergeht, sondern in dem geklärten Wasser gelöst mit abfließt, so bleibt eben dieser Schlamm immer verhältnissmässig nur geringwerthig. Man muss daher noch froh sein, wenn ihn die Landwirthe umsonst abfahren (wie z. B. in Halle), sonst verursacht seine Beseitigung noch erhebliche Transportkosten.

Dazu kommt noch, dass dem dünnflüssig gewonnenen Schlamm nur schwer das überschüssige Wasser zu entziehen

---

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1893. Supplement. S. 155.

ist. Die Filter verstopfen sich schnell und lassen kein Wasser mehr in den Untergrund treten; Verdunstung allein aber wirkt doch nur sehr langsam austrocknend. Will man den Schlamm stark wasserhaltig, wie er ist, wegbringen, vielleicht in Bassinwagen, so verursacht das in Folge der beträchtlichen zu bewältigenden Masse und des bedeutenden Gewichtes erhebliche Mehrausgaben. Häuft man ihn aber in grösseren Quantitäten zum Zwecke der Wasserentziehung um die Anlage an, so liegt die Gefahr einer starken Geruchsbelästigung der Nachbarschaft vor. Solche Missstände machten sich z. B. bei chemischer Klärung in Braunschweig\*) geltend, und sind eine Veranlassung mit gewesen, dass man dort die Anstalt geschlossen hat und zum Rieselsystem übergehen will. — Man hat vorgeschlagen, den Schlamm über den Boden zu leiten und dann, wenn er etwas ausgetrocknet ist, unterzupflügen; doch ist das selbstverständlich nur angängig, wenn die Anlage selbst im Freien liegt und von passenden Aeckern umgeben ist.

In Wiesbaden, wo eine einsam liegende Mühle zu den Reinigungszwecken aptirt worden ist, wird der übelriechende Kalkschlamm dazu verwandt, das Terrain aufzufüllen.

In Hawik (15000 Einwohner) wird er mit dem Kehrriecht und den Klosettabgängen compostirt und dann zu 1—5 Mk. die Tonne als Dünger verkauft. Letzteres ist selbstverständlich nur in kleineren Städten durchführbar, mag aber da unter Umständen einen recht brauchbaren Ausweg darstellen.

In Southampton wird er mit dem Kehrriecht zusammen verbrannt. Für ganz grosse Städte, wo man ja jetzt, aus hier nicht weiter zu erörternden Gründen, den Gedanken der Vernichtung des Kehrriecht durch Feuer in besonders konstruirten Öfen sehr sympathisch gegenübersteht, dürfte diese letztgenannte Methode der Schlammabeseitigung sehr der Erwägung werth sein.

Gut zu bewähren scheint sich auch die Art, wie man in Halle verfährt, dass man nämlich den Schlamm auf Filterpressen möglichst von seinem überschüssigen Wasser befreit

---

\*) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1893. S. 161.

und in Kuchen formt. Doch muss dabei der zum Absetzen kommende Schlamm schon eine ganz bestimmte Konsistenz besitzen. Einen derartigen pressfähigen Schlamm zu erzeugen, das scheint einer der Hauptvorzüge des Müller-Nahnsen'schen Chemikaliengemisches zu sein. Die Stadt Halle wenigstens, die wegen der Lage ihrer Reinigungsanlage den Schlamm nicht in ihrer Umgebung aufstapeln kann, vielmehr immer für eine glatte Abfuhr desselben Sorge tragen muss, stellte durch eingehende Versuche 1887 fest, dass für die dortigen Kanalwässer das letztgenannte Chemikaliengemisch bei weitem am besten und billigsten das Geforderte, d. h. gute Klärung des Wassers und pressfähigen Schlamm lieferte:

Mit den besprochenen Hauptverfahren: der Rieselung, Filtration, mechanischem Absitzen, Zuschlag von Chemikalien und ihren Kombinationen untereinander sind die phisikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge erschöpft, die zum Reinigen der städtischen Abfallwässer vor deren Ablassen in den Fluss heranzuziehen, sich als praktisch erwiesen haben.

Sämmtliche zu den besprochenen Zweck in Betrieb sich befindenden Anstalten nutzen, soweit mir wenigstens bekannt, einen oder mehrere dieser Grundvorgänge aus.

Anhangsweise wären noch zwei andere Verfahren zu besprechen, durch die man wohl im Stande sein mag, gleichfalls eine Klärung der Abwässer zu erzielen, die aber zur Zeit wenigstens mehr einen theoretischen als praktischen Werth besitzen dürften.

## V. Klärung durch den Fäulnissprocess

nach A. Müller.

Es sollen die Sielwässer in tiefe Erdbassins gesammelt, auf 25—40 Grad erwärmt und nach Zusatz von Stoffen, die einer lebhaften Vermehrung von Mikroorganismen günstig sind, wie Blut u. s. w., ruhig der Fäulniss überlassen werden. Nach einiger Zeit wird die überstehende Flüssigkeit in den Bassins von dem Bodensatz abgezogen und auf Filter von Sand, Kohle etc. gebracht, die mit Drainröhren durchsetzt sind. Die bei der Fäulniss sich bildenden stinkenden Gase werden in Drainröhren in das benachbarte Feld geleitet und so unschäd-

lich gemacht. Die ablaufende Flüssigkeit soll genügend gereinigt sein. Zur Reinigung städtischer Sielwässer, dürfte sich dieses Verfahren indess schwerlich eignen. Genauere Resultate, was man mit ihm zu erzielen vermag, sind mir nicht bekannt geworden.

### VI. Elektrische Klärung.

Neuerdings ist man eifrig bestrebt die Elektrizität für die Zwecke der Kanalwässerreinigung nutzbar zu machen.

Bei einer Versuchsanlage in Salford\*) durchfließt das Wasser einen gemauerten Kanal, in welchen 25 Paar Guss-eisenplatten parallel befestigt sind, zwischen denen ein elektrischer Strom von 1,8 Volt Spannung übergeht. Jede Platte ist 1,5—2,5 cm dick und 2 m lang. Stündlich fließen 13,6 cbm Wasser an den Elektroden vorbei. Zur Reinigung von stündlich 45 000 cbm Abwässer sollen 400 Pferdekkräfte erforderlich sein. Der Vorgang wird dahin erklärt, dass durch elektrolytische Zerlegung der Chloride an der Anode Eisenhypochlorit gebildet werde, welches nun reinigend wirkt.

Über in dieser Anlage gewonnene Resultate berichtet Roehling folgendes: Es wurde vermindert:  
im Liter

der organische Ammoniak	von 0,66	auf 0,36	mgr
der Sauerstoffverbrauch	„ 5,31	„ 2,34	„

in 100 000 Theilen.

Nach der Filtration:

der organische Ammoniak	auf 0,26	in 100 000	Theilen
„ Sauerstoffverbrauch	„ 1,40	„	„

Oder es wurden durch Elektrolyse

ohne Filtration 45<sup>0</sup>/<sub>0</sub> des organischen Ammoniaks und 56<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der organischen Substanz,

durch Elektrolyse mit nachfolgender Sandfiltration 60 resp. 73<sup>0</sup>/<sub>0</sub> des organischen Ammoniak entfernt.

Zur Reinigung von 1382 cbm Abwasser in 132 Stunden war eine Stromstärke von 33,54 Ampère und eine Spannung

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung etc. S. 80.

von 41,01 Volt nöthig, was einer Leistung von 1,87 Pferdekräften entspricht.

Der Verfasser erachtet daher für die Spüljauchenreinigung einer Stadt von 50000 Einwohnern die Verwendung einer Kraft von 37 Pferdekräften als nöthig.

Bei in Crossness angestellten Versuchen verschwanden durch Elektrolyse aus der Spüljauche im Mittel

64,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> des organischen Ammoniaks  
70<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der organischen Substanz.

Das geklärte Wasser hatte keinen Fäulnissgeruch mehr und geschlossen aufbewahrte Proben entwickelten noch nach sechs Wochen keinen Schwefelwasserstoff.

Von Interesse sind weiter die diesbezüglichen Untersuchungen von Claudio Fermi.\*) Er experimentirte in der Weise, dass er den Strom einer Dynamomaschine unter Anwendung eiserner und kupferner Elektroden in ein Liter unreinen Wassers leitete und fand dabei:

1. bei Anwendung eiserner Platten von 80 qcm Oberfläche als Elektroden ist die Wirkung auf das Wasser stärker als bei Anwendung solcher von 20 und 40 qcm oder solcher von Kupfer und Platin.

2. Je stärker der Strom, je grösser die Anzahl der Elektroden ist, je länger die Elektrisirung dauert, desto schneller und vollkommener geht die Reinigung vor sich. Es gelingt die Verminderung der organischen Substanz bis auf  $\frac{1}{3}$ , der Zahl der Keime um das 50—100fache bei einstündiger Einwirkung eines Stromes von 0,5—1,0 Ampère und Anwendung eiserner Elektroden von 80 qcm bei 5 cm Abstand auf 1 l Wasser.

Doch ist die reinigende Wirkung geringer als die eines Zusatzes von  $\frac{1}{10}$  Kalk.

3. Schwache Ströme geben auch bei längerer Einwirkung kein befriedigendes Resultat.

4. Der elektrische Strom oxydirt Oxalsäure und Weinsäure zu  $\frac{2}{3}$  resp.  $\frac{1}{3}$ , dagegen nicht Rohr- und Traubenzucker.

\*) Claudio Fermi, Archiv für Hygiene. XIII<sup>2</sup>.

5. Salpetrige Säure wird durch den Strom in Ammoniak reduziert.

6. Das Wesen der Wirkung des elektrischen Stromes auf Schmutzwässer ist ein physikalischer und ein chemischer Vorgang. Es entsteht Eisenoxydhydrat; dieses reisst die suspendirten Partikelchen nieder; und die Gasentwicklung bringt andere an die Oberfläche. Ausserdem aber treten chemische Zersetzungen resp. Oxydationen auf.

7. Die Keime werden durch den elektrischen Strom nur niedergeschlagen; bei Gegenwart von freiem Chlor kann aber eine Zerstörung derselben zu Stande kommen.

8. Die Kosten der einstündigen Behandlung des Abwassers mit einem Strome von 0,5 Ampère und 30 Volt Spannung betragen pro 1 l etwa  $1\frac{1}{2}$  Pf. Es würde also die Behandlung von 100 l etwa 1 M. kosten. Die Reinigung mit Kalk ist erheblich billiger.

Es scheint also nach diesen Berichten in der That möglich, Kanaljauche durch Einwirkung des elektrischen Stroms bis zu einem gewissen Grade zu reinigen.

Bei genügend verlangsamter Strömung kann man gewiss, namentlich da an den Elektroden neu sich bildendes Eisenoxydhydrat den Wässern zugemischt wird, die suspendirten Substanzen in ausreichender Vollkommenheit zur Auscheidung bringen; gelingt dies ja doch schon durch einfach verlangsamtes Fliessen in Folge Einwirkung der Schwere. Ebenso dürften durch das ausfallende Eisensalz die Bakterien in ausreichendem Masse mit zu Boden gerissen werden oder vielleicht sogar zum Theil durch entstehendes freies Chlor abgetödtet werden.

Insoweit würde jedoch die elektrische Klärung vor der chemischen nichts voraus haben, es würde eben nur das ausfällend und desinficirend wirkende Chemikal statt fertig den Sielwässern zugemengt zu werden, in ihnen selbst erst neugebildet.

Ein wirklicher Vorzug der elektrischen vor der chemischen Methode müsste in der günstigen Beeinflussung der gelösten Substanzen bestehen. Und eine derartige Beeinflussung der gelösten Substanzen kommt nun auch in der That nach den überein-

stimmenden Resultaten der Untersucher durch die Elektrolyse zu Stande.

Es wird in Folge von Oxydationsvorgängen ein erheblicher Theil der gelösten organischen Substanzen zerstört und selbst mineralische Verbindungen wie das Kochsalz werden zersetzt. Doch vermag der Strom, wie eben die Untersuchungen gleichfalls beweisen, durchaus nicht alle organischen Verbindungen anzugreifen, und können somit nicht alle faulfähigen Stoffe durch denselben vernichtet werden.

Es rangirt also seiner Leistungsfähigkeit nach das elektrische Verfahren theoretisch direkt hinter der Filtration durch Erdboden und noch vor der chemischen Klärung.

Doch bleibt abzuwarten und weiteren Versuchen vorbehalten, zu zeigen, ob dieser theoretische Vorzug sich auch in die Praxis wird übersetzen lassen.

Wie es scheint, muss man nämlich, um die suspendirten Substanzen zum Abscheiden zu bringen, noch ein Hilfsverfahren mit zu Rathe ziehen — Roechling spricht beide Male von „Filtration“. Dann muss aber, da doch schon die elektrische Anlage und deren Betrieb selbst erheblichen Aufwand verlangen wird, sich das Verfahren recht theuer stellen. Es muss gegenüber einem chemischen Verfahren um so viel theurer zu stehen kommen, als der betreffende chemische Zuschlag billiger ist. Ob aber nun wirklich die Mehrleistung die bezw. der gelösten Substanzen dem elektrolytischen Verfahren gegenüber dem chemischen zukommt, in einem entsprechenden Verhältnisse zu diesem Kostenunterschiede stehen wird, das ist nach den vorliegenden Berichten mit Bestimmtheit noch nicht auszumachen. Es befindet sich also diese Methode zur Zeit noch völlig im Stadium des Versuchs.

## **Kritik der besprochenen praktisch brauchbaren Reinigungsmethoden.**

Praktisch dürften demnach bei Lösung der Frage: welche Methode man in einem bestimmten Falle zur Reinigung der Abfallwässer einer Stadt annehmen soll, die beiden letztbesprochenen Verfahren, so gut wie nicht in Betracht kommen, und man würde nur unter den fünf zuerst abgehandelten (Berieselung, Filtration, mechanisches Absetzen, Chemikalien-Zusatz) eine engere Wahl zu treffen, bezüglich sich für eine Kombination zweier oder mehrerer derselben untereinander zu entscheiden haben.

Genau klar zu legen wäre dabei zuerst immer die Art der bestehenden oder drohenden Missstände, sodann wäre festzustellen, welchen Reinheitsgrad denn das geklärte Wasser haben muss, damit mit Sicherheit die bezüglichen Missstände beseitigt resp. ihnen vorgebeugt wird. Alsdann würde man in die Überlegung einzutreten haben,

1. welches Verfahren leistet das geforderte am ausgiebigsten? welches zum mindesten?
2. welches würden jeweilig die Kosten sein?
3. welche besonderen örtlichen Verhältnisse machen die Wahl der einen oder anderen Methode rätlich, oder weisen direkt auf die Annahme eines ganz bestimmten Verfahrens hin? —

Stellen wir nun nochmals unter Festhalten der letztgenannten Gesichtspunkte kurz die Leistungsfähigkeit der eben besprochenen Hauptmethoden zusammen und einander gegenüber

Es werden entfernt durch		Bakterien- gehalt	Beschaffenheit des geklärten Wassers	Bemerkungen	
Suspendirte Substanzen	Gelöste Substanzen				
1. Berieselung	die organischen vollkommen, die anorganischen zum grössten Theil	hochgradigvermindert	klar, nicht mehr faulfähig, frei von pathogenen Bakterien sanitär unbedenklich	Anlagekosten sehr bedeutend. Betrieb billig (Berlin pro Kopf und Jahr 30 Pfg.)	
2. Filtration durch den Erdboden	v o l l k o m m e n	nahezu dasselbe		Anlagekosten billiger, Geruchsbelästigungen durch Ausdünstungen des Schlammes zu befürchten	
3. Filtration durch chemisch indifferente Stoffe		nicht beeinflusst	nicht wesentlich beeinflusst	noch faulfähig, sanitär noch bedenklich	Infiziert evtl. das chemisch bakterienarm gemachte Wasser wieder mit Bakterien
4. Einfaches mechanisches Absitzen		nicht beeinflusst	stark vermehrt	In stinkender Fäulniss begriffen, sanitär sehr bedenklich	Billigstes Verfahren in Anlage und Betrieb
5. Chemikalien Zusatz		nicht wesentlich beeinflusst	hochgradigvermindert	klar, geruchlos, frei von pathogenen Bakterien aber noch faulfähig; nicht unter allen Umständen sanitär unbedenklich	Recht theuer im Betrieb (in Essen 62 Pfg., Frankfurt 1,20 M. pro Kopf und Jahr)

a. Die erste Stelle nimmt somit ein in jeder Beziehung das Rieselfverfahren. Die auf die Weise geklärten Wasser können unbedenklich in jeden Flusslauf eingelassen werden;

bei sorgfältig hergestellter Anlage und regelrechtem Betriebe treten keinerlei Missstände zu Tage. Doch erfordert der Erwerb und die Aptirung der Grundstücke immer ein bedeutendes Kapital. Werden daher die Preise für die zu erwerbenden Ländereien zu hoch hinaufgeschraubt, oder ist das brauchbare Terrain zu weit von der Stadt entfernt, oder von nicht recht günstiger Beschaffenheit, so können die dann nöthigen Anlage-, Aptirungs- und Betriebskosten so hoch anschwellen, dass man von der Wahl der Rieselmethode wohl oder übel wird abstehen müssen.

Wo jedoch derartig besonders ungünstige örtliche Verhältnisse nicht vorliegen, pflegt dasselbe, da ein grosser Theil des Anlagekapitals nicht amortisirt zu werden braucht, und die laufenden Betriebskosten keine besonders hohen sind, verhältnissmässig billig zu stehen zu kommen, in der Regel viel billiger zu arbeiten als Kläranlagen mittelst Chemikalienzusatz.

Wo sich demnach die Nothwendigkeit herausstellt, die Abwässer vor ihrem Einlassen in den Fluss sowohl gründlich von den Schmutzbestandtheilen wie auch von den pathogenen Mikroben zu befreien, wird man also immer zuerst an die eventuelle Einführung des Rieselverfahrens zu denken haben.

b. Den zweiten Platz in Beziehung auf die Güte des damit zu erzielenden Reinigungseffektes nimmt ein: die intermittierende Filtration durch den Ackerboden. Sie leistet günstigsten Falles dasselbe wie die Winterberieselung und dürften die Drainwässer, die sie liefert, annähernd dieselbe Beschaffenheit haben, wie die der Berliner Einstaubassins.

Danach zu urtheilen würde das so erhaltene Reinwasser zwar in der Regel nicht mehr völlig einwandfrei sein, doch in den allermeisten Fällen auch da noch, wo schon sehr hohe Ansprüche an den Reinheitsgrad des Zuflusses zu stellen sind, genügen. Namentlich sanitäre Bedenken dürfte ihr Gehalt an Mikroben nicht mehr hervorrufen. Dabei ist das Verfahren anscheinend nicht besonders theuer — nach Gerson und Knauer soll es sogar wesentlich billiger als das Rieselverfahren zu stehen kommen.

Sicher braucht man bedeutend weniger Terrain (etwa den 10. Theil) zu erwerben und zu aptiren, wie beim Rieselver-

fahren, doch muss man dann auch wohl zum guten Theil, wenn nicht vollkommen, auf die Einnahmen, die aus dem Bebauen der Flächen erzielt werden könnten, verzichten. Die Betriebskosten würden sich demnach wohl höher stellen wie bei Berieselung. Es kann danach intermittirende Filtration durch Ackerboden sehr wohl unter Umständen noch da anwendbar sein, wo wegen Mangel oder zu hohen Preises geeigneter Flächen das Rieselverfahren nicht mehr in Frage kommt. Allerdings einen Uebelstand dürfte die Methode mit sich bringen, der ihre Anwendbarkeit sehr zu beschränken geeignet erscheint, nämlich den, dass eine beträchtliche Geruchsbelästigung der Nachbarschaft geradezu untrennbar mit ihr verbunden erscheint. Diesem Faktor müsste jedenfalls stets in genügendem Masse Rechnung getragen werden. Gesundheitliche Schädigungen sind in England, wo das System seit Jahren mehrfach in Gebrauch steht, nicht beobachtet worden.

c. Der drittbeste Reinigungseffekt wird erzielt durch das chemische, bezüglich da zum Absetzen der Trübe stets noch ein mechanisches Verfahren zu Hülfe genommen werden muss, durch die kombinirt chemisch-mechanischen Verfahren.

Die klar und geruchlos sowie bakterienarm abfliessenden Reinwässer sind aber nicht mehr unter allen Umständen unbedenklich; sie sind noch faulfähig und können dadurch, sowie durch Absetzen des gewöhnlich noch in Überschuss in ihnen enthaltenen Kalkes gewisse Missstände hervorrufen. Sanitäre Bedenken allerdings dürften in der Regel gegen sie nicht mehr vorzubringen sein. Das Einleiten derselben in Wasserläufe wird daher zwar nicht mehr in allen Fällen zulässig erscheinen, es müssen die letzteren immerhin noch einen gewissen Grad von Selbstreinigungsvermögen besitzen, doch wird es noch in einer grossen Reihe von Fällen statthaft sein.

Bei allen Anlagen letztgenannter Art ist das Anlagekapital ein wesentlich niedrigeres als beim Rieselverfahren, wohl auch niedriger als bei intermittirender Filtration, doch immerhin noch ansehnlich. Dafür aber sind die Betriebskosten, die sich hier zusammensetzen aus Zinsen des Anlagekapitals nebst einer Amortisations-Quote und den laufenden Unkosten, recht beträchtliche. Zu solchem chemisch-mechanischen Verfahren wird man somit einerseits noch da seine Zuflucht nehmen

können, wo die Forderung gestellt ist, dass die Klärwässer pathogene Mikroben nicht mehr, wohl aber noch gelöste Schmutzstoffe in einem gewissen Grade enthalten dürfen. Und man wird in diesen Fällen dann ein Verfahren der eben besprochenen Art wählen, wenn die Einführung der Berieselung durch die Terrainverhältnisse unmöglich gemacht wird, oder wenn man vor der Höhe des bei letzteren nöthigen Anlagekapitals zurückschreckt, während man Erdfilteranlagen vielleicht aus Rücksicht für die Umgebung nicht einrichten kann.

Eine grosse Last pflegt bei diesen chemischen Verfahren das Beiseiteschaffen der anfallenden beträchtlichen Schlamm-mengen zu verursachen. Jedenfalls wird man gut thun, bei der Auswahl des anzuwendenden Chemikals und beim Aus-suchen des Platzes für die Anlage den letzteren Punkt ganz besonders im Auge zu behalten.

Welchen von den drei Hauptrepräsentanten des eben besprochenen Systems, ob Klärbecken oder Tiefbrunnenanlage oder Röckner-Rothe'schen Apparat, oder welche sonstige Kombination zwischen chemischen oder mechanischen Klärmethoden man schliesslich wählen soll, auch welchen Chemikalienzuschlag man am besten zu geben hat, das muss an der Hand der thatsächlichen Verhältnisse jedesmal ausprobirt resp. durch Überlegung und Rechnung ermittelt werden. Die Kosten- und Zweckmässigkeits-Frage spielt bei dieser engeren Wahl die Hauptrolle. Die Leistung jedes der genannten einzelnen Verfahren ist unter sich wenig verschieden; jedes kann unter Umständen befriedigen.

Verhältnissmässig billig scheint das Röckner-Rothe'sche Verfahren mehrfach zu arbeiten — doch muss dabei ganz besonders Rücksicht darauf genommen werden, dass die sich ansammelnden Schlamm-massen keine neue Belästigung hervor-rufen.

Durch das Müller-Nahnsen'sche Verfahren wird anscheinend bei nicht besonders theuerem Betrieb die Frage der Schlammabfuhr am besten gelöst.

Den grössten Kostenaufwand bei ebenfalls nicht gelöster Frage der Beseitigung des Schlammes scheint eine Klärbecken-anlage zu verursachen.

Aber überhaupt stellen sich sämtliche Reinigungsverfahren,

die auf Verwendung von Chemikalien fussen, ziemlich theuer, sämmtliche, soviel ihrer wenigstens in Deutschland in Betrieb sind, wesentlich theurer als die Rieselfeldanlage Berlins.

Es kostet

	pro Kopf und Jahr
die Röckner-Rothe'sche Anlage in Essen . . . . .	62 Pf.
„ „ „ „ „ Braunschweig. . . . .	95 „
„ Müller-Nahn'sche „ „ Halle . . . . .	83 „
Klärbecken-Klärbrunnen „ „ Wiesbaden. . . . .	79 „
Klärbecken-Anlage in Frankfurt . . . . .	120 „
Berliner Rieselanlage . . . . .	30 „

d. An vierter Stelle bezüglich des damit zu erzielenden Reinigungseffektes steht die Klärung durch einfaches Absitzenlassen in Klärteichen. Es werden dabei, sei es, dass man zeitweiligen völligen Stillstand des Wassers, oder langsam fortschreitende Bewegung benutzt, nur die suspendirten Stoffe entfernt. Die gelösten Schmutzstoffe werden selbstverständlich nicht beeinflusst, und die Zahl der Mikroorganismen nimmt sogar noch ungeheuer zu. Das abfliessende Wasser ist wohl klar, aber übelriechender wie vorher, wird also nur in ganz besonders günstig gelagerten Fällen genügen können. Es dürften deshalb einfache Klärbassins nur da zur Anwendung zuzulassen sein, wo voraussichtlich die Beseitigung der suspendirten Stoffe allein schon die bezüglichen Misstände zum völligen Verschwinden zu bringen verspricht, während man die gelösten Schmutzbestandtheile nebst den Mikroorganismen ruhig dem Selbstreinigungsvermögen des Flusses überlassen darf. Ausserdem ist die Geruchsbelästigung, die zweifellos von den faulenden Wasser- und Schlamm Massen zu erwarten steht, nicht ausser Rechnung zu lassen und wird man derartige Klärteiche nur an solchen Orten anlegen können, wo von diesen üblen Ausdünstungen eine besondere Belästigung für die Umgebung nicht zu erwarten steht.

e. Filtration durch chemisch-indifferentes Material wie Koaks, Eisenerz, eisenimprägnirte Schwämme, Bimsteinstücke etc. dürften allein für sich angewandt keine wesentlich besseren Klärwässer liefern, wie einfache Absitzteiche, nur dass direkt beim Austritt aus der Anstalt die so gewonnenen

Reinwässer noch nicht so weit in der Fäulniss vorgeschritten sein werden, und ihr Bakteriengehalt vielleicht etwas geringer sein wird. Doch wird Fäulniss und Bakterienvermehrung auch bei ihnen schnell im weiteren Verlauf event. überhand nehmen, denn die sämmtlichen gelösten faulfähigen Substanzen sind ja ins Reinwasser unvermindert übergegangen. Dabei würden die anfallenden Schlamm Massen wohl ziemlich genau dieselbe ungünstige Beschaffenheit besitzen wie bei Absitzteichen, also auch dieselben Geruchsbelästigungen bedingen und das Wegtransportiren des Schlammes wird mindestens auch den nämlichen Arbeits- und Kostenaufwand verursachen. Die für Anlage und Betrieb der Filtereinrichtungen nöthigen Ausgaben werden sich aber wesentlich höher stellen als bei Absitzteichen.

Es wird demnach bei der geringen Leistungsfähigkeit und immerhin beträchtlichen Kostspieligkeit der Filtration das letztgenannte Verfahren allein für sich zur Reinigung von städtischen Sielwässern nicht besonders häufig in Betracht kommen können. Seine praktische Verwendbarkeit scheint sich auf die Nachklärung nach Versetzen der Schmutzwässer mit Chemikalien zu beschränken.

Am empfehlenswerthesten dürfte dabei von all den schon vorgeschlagenen Filter-Materialien noch der Koaks sein. Aber auch dann liegt die Gefahr nahe, dass durch das Filter selbst den durch Chemikalienwirkung bakterienarm gemachten Reinwässern von neuem zahlreiche Mikroben zugeführt werden.

Während man also bei Einführung des Rieselffahrens — ich sehe ab von den Fällen ausserordentlich starker Regengüsse — an das Selbstreinigungsvermögen des aufnehmenden Wasserlaufs so gut wie gar keine Anforderungen mehr stellt, wächst die Inanspruchnahme des letzteren bei jeder der nachfolgenden Methoden (der Erdfiltration, dem chemischen Verfahren) stufenweise an, um schliesslich bei den am wenigsten leistenden (einfache Filtration und einfaches Absetzen in Klärteichen) eine recht beträchtliche Höhe zu erreichen. Von hier ist es dann nur noch ein Schritt zu der Massnahme, dass man das Sielwasser auch nicht mehr vollkommen von den suspendirten Substanzen befreit, sondern sich damit begnügt, vor seinem Einlassen in den Fluss die grössten schwimmenden Bestandtheile aus ihm abzufangen.

Thatsächlich verwirklicht ist die letztgenannte Abwässer-  
versorgung in München. \*) Es passirt hier nämlich die Kanal-  
jauche vor ihrem Einfluss in die Isar allein ein besonders  
konstruirtes Abfangbecken. Dasselbe besteht seiner Haupt-  
sache nach aus mehreren Kammern, zu welchen vom Haupt-  
ableitungskanal einzelne Kanäle führen. Das Wasser, welches  
nun diese Kanäle bringen, fließt über ein drehbares Sieb,  
welches mit vorstehenden Schaufeln zum Abfangen der schwim-  
menden Stoffe versehen ist, die dann durch die Drehung des  
Siebes aus dem Wasser herausgehoben und einer Welle ohne  
Ende übergeben werden, welche sie auf einen Rollwagen  
hebt. Die in dem Rollwagen gelagerten ausgehobenen Stoffe  
werden einem anstossenden Verbrennungsofen zugeführt.

Es geht aus all dem hervor, dass die Frage: welches  
Reinigungsverfahren ist in einem bestimmten Falle zu wählen?  
nicht von vornherein und grundsätzlich zu beantworten ist  
— es giebt kein für alle Fälle bestes Verfahren — sondern,  
dass man jeweilig seinen Entscheid von den örtlichen Ver-  
hältnissen mit den daraus sich ergebenden Forderungen wird  
abhängig machen müssen.

Ein Gesichtspunkt, dem man früher grundsätzlich hohe  
Bedeutung beilegte und eine Forderung, von der man glaubte,  
nicht abgehen zu dürfen, war die, dass durch das betref-  
fende Reinigungsverfahren die Dungstoffe mehr oder  
weniger vollkommen aus den Abwässern gewonnen würden,  
und nicht durch Ablaufen in den Fluss für die Landwirtschaft  
zu Verlust gingen. Doch haben sich in der Beziehung eines-  
theils die ganzen Verhältnisse beträchtlich verschoben, und  
dann hat die Erfahrung gezeigt, dass dieses Verlangen einfach  
praktisch unerfüllbar ist.

Es sind nämlich durch das Thomas-Verfahren die un-  
geheueren Phosphorvorräthe, wie sie in unseren Eisenerzlagern  
vorhanden sind jetzt der Landwirtschaft erschlossen worden  
— die Gefahr also, dass bei fortdauerndem Verlorengang  
der Phosphorsäuremengen, die die städtischen Sielwässer in

---

\*) Protokoll der Sitzung des erweiterten Obermedizinalausschusses.  
Seite 9.

Folge ihres Fäkaliengehaltes mit sich führen, der Boden schliesslich an Phosphorsäure verarmen müsste, ist somit vollkommen geschwunden. Der Landwirth kann jetzt Phosphorsäure in jeder beliebigen Menge viel billiger und bequemer zuhandhaben, sich verschaffen, indem er Thomas-Schlacke kauft, als wenn er städtische Sieljauche oder ein aus derselben gewonnenes Präparat auf seinen Acker führen wollte.

Dann aber hat auch die Erfahrung gezeigt, dass es einfach zu den Unmöglichkeiten gehört, die in den Abwässern enthaltenen Dungstoffe (wie Kali, Ammoniak, Phosphorsäure, Salpetersäure), wenn sie auch insgesamt eine gewaltige Menge theurer Chemikalien und eine grosse Werthsumme repräsentiren, auf vortheilhafte Weise nun auch wirklich aus ihnen auszuschcheiden. Es werden jährlich auf die Berliner Rieselgüter hinausgeschafft\*)

	Gewicht in Tonnen	Werth in Mark
Ammoniak . . . . .	6150	9000000
Phosphorsäure . . . . .	2500	700000
Kali . . . . .	3500	1300000

doch sind diese Chemikalien gelöst in einer Wassermenge, die einen Würfel von etwa 400 m Seitenlänge entspricht.

Aus dieser ungeheuren Verdünnung die genannten Stoffe lohnend zu gewinnen, hat sich als unmöglich erwiesen.

Beim Rieselverfahren werden zwar der Phosphorsäure- und Kaligehalt der Schmutzwässer einigermassen ausgebeutet, aber nur ein recht geringer Theil der stickstoffhaltigen Bestandtheile; der bei weitem grösste Theil der letzteren geht in Form von Salpetersäure unverwerthet in den Untergrund und mit den Drainwässern verloren. Da andererseits durch die Aptirung der Felder bedeutende Kosten verursacht werden, auch durch Anlage der zahlreich nöthigen Gräben und Wege Land verloren geht, der Reinertrag der Rieselgüter thatsächlich also ein recht geringer ist und stets bleiben muss, so kann auch beim Rieselverfahren von einer wirklichen Verwerthung der in der Spüljauche vorhandenen Dungstoffe nicht entfernt die Rede sein. Seine Bedeutung liegt einzig und

\*) Fischer, Das Wasser, seine Verwendbarkeit etc. S. 124.

allein darin, dass es die Schmutzwässer in vorzüglicher Weise unschädlich macht.

Die chemischen Verfahren erzeugen wohl einen dunghaltigen Schlamm, doch enthält derselbe im Verhältniss zu seiner Masse so wenig werthvolle Bestandtheile, dass er für den Landwirth häufig kaum den Transport lohnt, geschweige denn, dass der Letztere geneigt sein sollte, baares Geld dafür auszugeben. Es müssen im Gegentheil die Städte noch froh sein, wenn nur die Landwirthe den Schlamm ihnen umsonst abfahren, sonst erwachsen aus dem Wegtransport desselben noch besondere Kosten.

Also einen baaren Gewinn aus den in den Abwässern enthaltenen Dungstoffen herauszuwirthschaften vermag keines der bisher bekannten Reinigungsverfahren, und spielt auch der Gesichtspunkt, dass man Dungstoffe für die Landwirthschaft gewinnen oder erhalten soll, jetzt bei der Entscheidung der Frage, wie man die Sielwässer unschädlich zu machen hat, so gut wie keine Rolle mehr.

Man ist sich auch klar darüber geworden, dass die Beseitigung und das Unschädlichmachen der Abwässer einer Stadt immer baares Geld kosten wird, und zwar gewöhnlich ziemlich viel, und hat nunmehr die Illusion, dass diese Schmutzmassen noch zu einer Goldgrube werden konnten, völlig aufgegeben.

Einer Stadt muss es demnach so gut wie allein nur darauf ankommen, wie sie das in Beziehung auf Reinigung der Schmutzwässer als nothwendig Erkannte am billigsten wird erreichen können. Sie wird also der Reinigungsmethode den Vorzug zu geben, das Verfahren anzunehmen geneigt sein, das das Erforderliche am billigsten zu leisten verspricht.

Von den oben genannten Methoden würde man also eine auszuwählen und in Anwendung zu ziehen haben, wenn es sich darum handelt, die bestehende oder drohende grobe Verunreinigung eines Flusslaufes zu beseitigen oder zu vermeiden.

## Desinfektion der Abfallwässer.

Der eine Theil von diesen Reinigungsverfahren (Berieselung, Filtration durch Erdboden, chemische Klärung) gewährleistet nun aber neben der Entfernung des Schmutzes zugleich auch noch eine derartige Desinfektion der Klärwässer, dass eine Überführung von Krankheitskeimen durch dieselben in den Flusslauf mit Sicherheit vermieden wird. Diese Verfahren also würden auch dann Genügendes leisten, wenn nicht nur von Seiten des in den Abwässern enthaltenen Schmutzes, sondern auch von pathogenen Mikroorganismen Schädigung zu erwarten stände. Sie besitzen darin zweifellos einen ganz wesentlichen Vorzug vor den anderen Methoden (einfach mechanisches Absitzenlassen in Klärbassins, Filtration durch chemisch indifferentes Material), die nur eine theilweise Entfernung der Schmutzstoffe, aber keine wesentliche Beeinflussung des Bakteriengehaltes zu Stande bringen. Ja diese erst genannten Verfahren allein entsprechen eigentlich den Anforderungen die Robert Koch an derartige Abwässerreinigungs-Anlagen stellt. Bei Gelegenheit der Begutachtung der Wiesbadener Kläranlage äussert er sich nämlich folgendermassen:

„Die Reinigung städtischer Abwässer hat eine doppelte Aufgabe zu erfüllen,

1. sollen alle etwa darin enthaltenen Infektionsstoffe unschädlich gemacht werden, und

2. sind die Abwässer in einen Zustand zu versetzen, welcher verhindert, dass sie bei ihrer Ableitung in stinkende Fäulniss übergehen. Auch das beste der zur Zeit benutzten Verfahren, die Berieselung, erreicht selbst unter den günstigsten Verhältnissen das gesteckte Ziel nicht, weil bei etwas stärkerem Regenfälle bedeutende Mengen von nicht desinfi-

zirten und noch faulfähigen Stoffen, insbesondere auch Fäkalien durch die Nothauslässe den öffentlichen Wasserläufen zugeführt werden müssen. Es darf dies nie ausser Acht gelassen werden bei der Beurtheilung anderer Reinigungsverfahren, welche gewissermassen bis jetzt nur einen Ersatz der Reinigung durch Berieselung bilden und schon aus diesem Grunde eine etwas weniger strenge Beurtheilung erfahren sollten. Daraus, dass trotz gründlicher Desinfektion in der Anlage, doch an der Ausflusstelle die Klärflüssigkeit noch sehr keimreich ist, darf nicht geschlossen werden, dass das Klärverfahren die ursprünglich in der Flüssigkeit enthaltenen Keime in unzureichender Weise beeinflusst habe. Dann ist noch weiter zu berücksichtigen, dass wenn das Schmutzwasser einmal wirklich desinfiziert ist, eine nachträgliche, von neuem eintretende Bakterienentwicklung, wenn dieselbe nur nicht die Entwicklung stinkender Fäulnisprodukte zur Folge hat, vom hygienischen Standpunkte aus nicht bedenklich erscheinen kann. Denn es handelt sich dann um das Auftreten von unschädlichen, in jedem Flusswasser mehr oder weniger reichlich vorhandenen Mikroorganismen. Die einzige berechtigte Forderung in dieser Beziehung ist nur die, dass es von Infektionsstoffen befreit sein muss. Mit Bezug hierauf kann aber mit aller Bestimmtheit angenommen werden, dass bei einem hinreichenden Zusatz von Kalk auch eine vollkommene Desinfektion zu erzielen ist.“

Wir werden demnach auch immer geneigt sein, bei der Wahl eines Abwässerreinigungsverfahrens einer der Methoden den Vorzug zu geben, die den beiden von Koch gestellten Anforderungen gerecht werden, die also neben genügender Entfernung der faulfähigen Stoffe auch eine Desinfektion der Wassermassen im engeren Sinne, d. h. ein Unschädlichmachen der pathogenen Mikroorganismen versprechen. Nur in besonders günstig liegenden Fällen werden wir auf die Erfüllung dieser zweiten Bedingung, auf Desinfektion, verzichten können. Wie aber das Reichsgesundheitsamt, offenbar in Rücksicht auf die Kostenfrage in Güstrow die Anlage von einfachen Absatzteichen angeordnet hat, hier also in Anbetracht der besonderen lokalen Verhältnisse auf Desinfektion der Schmutzwässer verzichten, und sich mit blosser Entfernung der groben Schmutz-

bestandtheile begnügen zu können glaubte, so dürften auch im Gegensatz dazu wieder Fälle vorkommen, wo es höchst wünschenswerth und nothwendig erscheinen muss, dass die Sielwässer frei von pathogenen Bakterien in den Fluss gelangen, während man wohl von einem Ausscheiden der groben Schmutzstoffe als irrelevant absehen könnte. Denn welches entsetzliche Unheil Infektionsstoffe, wenn sie in das Flusswasser gelangt sind, anrichten können, auch wenn das Flussbett durchaus nicht übermässig verschmutzt erscheint, das hat man ja an dem Beispiele Hamburgs während der 1892iger Choleraepidemie deutlich genug gesehen.

Es können demnach Massnahmen, durch die ein Einströmen von pathogenen Bakterien mit den Sielwässern in den Flusslauf verhindert wird, auch dann schon von grösster Bedeutung sein, wenn noch gar keine Anzeichen vorliegen, dass das Flusswasser besonders verunreinigt ist. Was werden wir nun in solchen Fällen thun können?

Namentlich zwei typische Fälle habe ich dabei vor Augen. Erstens nämlich handelt es sich um gewöhnlich kleinere Städte oder Stadttheile, wo Wasserläufe, in die verhältnissmässig wenig Abwässer hineingelangen, beim Fliessen durch den Ort — sind sie doch häufig früher absichtlich gerade zu dem Zweck erst künstlich durch die Strassen geleitet worden — von den Anwohnern zu häuslichen Zwecken noch fleissig in Gebrauch gezogen werden. Solche Verhältnisse finden sich oder bestanden doch bis vor Kurzem z. B. in Nürnberg, Kassel, Jena, Tennstadt, Hameln. Dass hier, wenn nicht besondere Vorkehrungen dagegen getroffen werden, eine ständige oder doch wenigstens zeitweise Infektionsgefahr, namentlich für typhus abdominalis bezw. Cholera asiatica vorliegt, ist klar, während vielleicht eine Klage über bestehende Flussverunreinigung noch gar nicht laut wird.

In ähnlicher Weise kann dann wieder, bei grossen, namentlich schiffbaren Flüssen ganz einseitig von der Verseuchung des Flusswassers, wie sie eintretende städtische Spüljauche unter Umständen verursachen kann, Gefahr drohen, während die Schmutzmassen bei der ungeheuren Verdünnung, die sie durch die zutretenden bedeutenden Wassermassen des Flusses erleiden, zu einem nennenswerthen Misstande gar nicht führen.

In solchen grossen Strömen verschwinden die Schmutzwässer selbst recht bedeutender Städte unter Umständen so vollkommen, dass nicht einmal eine chemisch nachweisbare Veränderung ihres Wassers dadurch zu Stande kommt (z. B. die Elbe durch Zufluss der Abwässer von Dresden); es wäre also hier keine Veranlassung vorhanden, auf Abfangen der Schmutzbestandtheile der Abwässer sein Augenmerk zu richten. Wohl aber kann die Einführung einer grösseren Menge von Infektionsstoffen in solche Flüsse auch dann schon von der schwerwiegendsten Bedeutung sein, da ja die auf ihnen verkehrenden Schiffe ganz gewöhnlich sämmtliches Bedarfs-, wenn nicht ihr Trinkwasser direkt dem Flusse entnehmen, um so unbedenklicher es aus ihm schöpfen werden, je weniger seine Verunreinigung augenfällig ist.

Soll man nun auch in derartigen Fällen, bei dem für das blosse Auge rein erscheinenden Bache und schiffbaren Strome, um die Verseuchung seines Wassers mit Krankheitskeimen zu verhüten, stets eines der oben besprochenen Reinigungsverfahren einführen? Ist es nicht widersinnig, dass man, um die kaum wägbare Menge wirklich schädlicher Substanzen, bestehend in den pathogenen Bakterien, auszuschneiden, dazu schreiten sollte, viele tausende von Zentnern eigentlich unschädlichen Schlammes mit auszuschneiden? Und soll man das regelmässig jahraus jahrein mit laufenden beträchtlichen Kosten betreiben? Während doch die thatsächliche Ansteckungsgefahr, die ja allerdings gegebenen Falls eine sehr hohe sein kann, vielleicht aber nur wenige Tage im Jahre, oder auch nur wenige Monate im Laufe von Jahrzehnten vorliegt, d. h. wenn eben gerade Typhus, Milzbrand, Cholera Gelegenheit haben in das Sielwasser zu kommen. Und schliesslich gelangen vielleicht gerade zur kritischen Zeit dann doch die genannten Infektionsstoffe auf ganz anderem unkontrollirbarem Wege, wie z. B. durch Fäkalien, die von Schiffen aus direkt in den Strom gsschüttet werden, oder durch den Ableitungsgraben eines Dorfes, einer Anstalt, in eben den Fluss und machen den Werth der ganzen bisher durchgeführten städtischen Abwässerreinigung dadurch völlig illusorisch.

Eine praktisch brauchbare Methode, die Bakterien und zwar namentlich die pathogenen Bakterien im Kanalwasser ge-

sondert für sich zu treffen und unschädlich zu machen, kennen wir nämlich noch nicht, und wird der Natur der Sache nach wohl auch nicht aufzufinden sein. Wollte man die Sieljauche zu dem Zwecke kochen, wie A. König vorschlägt, so würden doch wieder die bei diesem Prozesse ausfallenden Sinkstoffe besondere Massnahmen erfordern, ganz abgesehen von anderen gegen die Zweckmässigkeit eines derartigen Vorgehens sich aufdrängenden Bedenken.

Es dürfte deshalb in Fällen der Art gerathen sein, dass man statt aus sanitären Gründen die gesammten städtischen Abwässer unter hohen laufenden Unkosten einer dauernden Reinigung zu unterziehen, lieber Massnahmen trifft, die darauf hinzielen einmal das Eintreten der genannten pathogenen Bakterien in die Sielwässer selbst möglichst zu verhüten und zweitens, falls doch welche ins Flusswasser gelangt sein sollten, möglichste Sicherheit geben, dass sie dort unschädlich bleiben. Wie sich im einzelnen diese Massnahmen zu gestalten haben werden, das hängt ganz von dem besonderen Falle ab.

Im Allgemeinen würden aber etwa die folgenden Gesichtspunkte die massgebenden sein. Wenn man überlegt, dass die hier in Betracht kommenden Krankheiten nur wenige an Zahl und dazu im Ganzen seltene sind (Cholera, Typhus, Dysenterie, Milzbrand), dass sie weiter insgesamt doch nur einen recht geringen Theil der Gesamtkrankheitsfälle sowie auch für gewöhnlich überhaupt nur wenige Krankheitsfälle repräsentiren, so müsste es von vornherein nicht unmöglich, sondern als in der Regel recht wohl durchführbar erscheinen, dass man in Orten, wo durch Einströmen von Infektionsstoffen in den Wasserlauf Gefahr droht, zunächst Einrichtungen trifft, die eine stete sorgfältige Überwachung dieser wenigen Krankheitsfälle ermöglichen. Bei jedem mit einer derartigen Infektionskrankheit behafteten Individuum müsste für die peinlichste Desinfektion aller Abgänge Sorge getragen werden, nichts dürfte undesinfiziert in die Kanäle gelangen. Namentlich müsste man alles aufbieten, um möglichst frühzeitig von jedem entsprechenden Krankheitsfalle Kenntniss zu erhalten. So könnte man vielleicht dem Ersten, der die betreffende Anzeige macht, eine namhafte Belohnung aussetzen, während man zugleich die mit

Strafe bedroht, die trotz bestehender Verpflichtung dazu, die Anzeige unterlassen haben.

Es könnte die Stadt auf diese fortlaufenden Überwachungs- und Desinfektionsmassregeln schon sehr namhafte Summen verwenden, ohne entfernt dabei zu Ausgaben zu gelangen, wie sie das billigste der oben näher bezeichneten Verfahren, die Abwässer zu reinigen, verursacht. Und es könnten diese Städte diese Ausgaben um so eher machen, als sie ja dann ruhig die Kosten für Abwässerreinigung einsparen dürften.

In Städten, die von kleineren Wasseradern durchzogen werden, und wo die Gefahr hauptsächlich darin besteht, dass die Einwohner aus den genannten Rinnsalen Gebrauchswasser entnehmen und so sich gelegentlich infizieren, wird man ausserdem noch dahin zu wirken haben, dass durch Einführung einer Wasserleitung die Benutzung des Flusswassers völlig unnöthig gemacht wird. Diese Ausschaltung des Flusswassers vom Gebrauch wird man noch vollkommener dadurch gestalten, dass man ausserdem das Flussbett durch steiles Abböschchen der Ränder, Verbieten von Schöpfstegen, Überwölben u. s. w. unzugänglich macht. Wird das Wasser von Niemand benutzt, so ist schwer einzusehen, wie Infektionskeime, falls auch welche hineingelangen, zu einer Ansteckung führen sollten.

Handelt es sich um Städte, die an grossen schiffbaren Flüssen liegen, so kommen wieder andere Punkte mehr in Betracht. Zunächst würde man hier die Einleitungsstelle der städtischen Kanalwässer weit flussab zu wählen haben, so dass auch beim Rückstauen des Wassers der Hafen immer völlig rein davon bleibt. Die Abwässer der Krankenhäuser, Bahnhöfe und der Massenquartiere bezw. des ganzen Stadtviertels, wo notorisch sich viel fremdes Volk von unberechenbarem Gesundheitszustande zusammenfindet, sind vor Einlass in die Kanäle einer Desinfektion — die aber regelmässig kontrolirt wird — zu unterziehen.

Da die schiffahrttreibende Bevölkerung ganz besonders stark bedroht ist, würde dann weiter noch als wesentlich in Betracht kommen: die genaue sanitäre Überwachung des gesammten Flussverkehrs; die Belehrung der Bevölkerung darüber, dass der Gebrauch von ungekochtem Flusswasser, namentlich zum Trinken, immer bedenklich ist und unter Umständen hohe

Gefahren mit sich bringt; das Bereithalten von bequem erreichbarem guten Trinkwasser; das Verbot, von den Schiffen Dejektionen direkt in den Fluss zu schütten u. s. w.

Beim Vorkommen des ersten Cholerafalles müssten alle diese Vorsichtsmassregeln mit um so grösserer Peinlichkeit durchgeführt werden.

Wird man diese eben besprochenen Vorkehrungen sorgfältig treffen und durchführen, so ist anzunehmen, dass dann keine oder doch nur sehr wenig zahlreiche wirklich gefährliche Krankheitskeime in die städtischen Abwässer und in den Fluss gelangen. Sind sie aber nur gering an Zahl, so werden sie durch das Wasser desselben so stark vereinzelt, dass sie nicht mehr zu Infektion zu führen vermögen, also Schaden nicht mehr anrichten können.\*)

Auch ist nach Gaffky\*\*) die Verseuchung eines Flusses nicht so aufzufassen, als ob nun die ganze Wassermasse Krankheitskeime enthielte, es wird also nicht durch einige eintretende Keime und deren rapide Vermehrung etwa das gesammte Flusswasser infiziert, vielmehr liege die Sache so, dass sich solche Keime in dem Wasser befinden, das von der Eintrittsstelle des Schmutzwassers nach abwärts fliesst. Die Gefahr bestehe darin, dass aus diesen Wasserstreifen, während ihres Abwärtstreibens zufällig geschöpft und so Keime mit herausgehoben werden können. Gaffky legt also nicht den Hauptton auf eine unbegrenzte Vermehrung, die die pathogenen Bakterien im Flusswasser eingehen könnten, sondern auf die örtlich begrenzten Originalkolonien, wie sie durch das Einschütten des Schmutzwassers direkt erzeugt worden sind. Je weniger demnach das in den Fluss hineingelangende Schmutzwasser Krankheitskeime enthält, desto geringer wird also die Gefahr sein, dass beim Herausschöpfen zufällig solche Kolonien von nennenswerther Grösse gefasst werden und ausserdem zur Ansteckung führen.

Die Möglichkeit Schaden anzurichten wird dann weiter noch dadurch bedeutend verringert, dass man ja den Gebrauch des Flusswassers zu häuslichen Zwecken ausserdem noch ganz bedeutend eingeschränkt, wenn nicht völlig ausgeschaltet hat.

\*) Protokoll des erweiterten Obermedizinalausschusses. S. 19.

\*\*) Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege zu Magdeburg. 1894.

Man dürfte demnach auf die eben besprochene Weise, d. h. indem man die wirklich gefahrdrohenden Infektionsstoffe schon vor ihrem Eintritt in die Kanäle auf's sorgfältigste abfängt und unschädlich macht, sowie den unvorsichtigen Gebrauch von Flusswasser überhaupt möglichst einschränkt, für die Fälle, wo das Einleiten von Sieljauche in den Fluss nicht sowohl ihres Schmutz- wie Bakteriengehaltes wegen Bedenken erregen muss, in der Regel besser sicherer und billiger zum Ziele kommen, als wenn man auch hier die gesammten Abwässer fortdauernd reinigen und desinficiren wollte.

Hätte man aber auch in diesen Fällen eine Abwässerreinigungsanlage errichtet, so würde man doch, wie aus dem oben Dargelegten hervorgeht, die übrigen ebengenannten Vorsichtsmassregeln nicht völlig ausser Acht lassen dürfen; ist ja eben nicht genügend Sicherheit gegeben, dass nicht doch bedenkliche Abgänge, ohne die Anstalt passirt zu haben, in das Flusswasser gelangen.

Es stellt somit die Errichtung einer Abfallwässerreinigungsanstalt im Ganzen zwar ein äusserst wichtiges und in gewissen Fällen geradezu unentbehrliches Mittel im Kampf gegen die obengenannten Seuchen dar, doch ist sie als Panacee gegen dieselben auch nicht zu betrachten. Soll ein möglichst voller Erfolg erzielt werden, soll mit Sicherheit der Verseuchung eines Gewässers und den von dieser Seite drohenden Gefahren vorgebeugt werden, so müssen ausserdem die gesammten örtlichen Verhältnisse dauernd verständig unter Augen behalten werden und es muss das was etwa die Abfallwässerreinigung naturgemäss nicht zu leisten vermag, durch andere sachgemässe Vorkehrungen rechtzeitig ergänzt werden. Den richtigen Nutzen aber kann man von einer Abfallwässerreinigungsanlage nur dann erwarten, wenn sie als ein Glied in der Kette der allgemeinen gesundheitlichen Massnahmen genau den örtlichen Verhältnissen angepasst ist und ihr Betrieb dauernd von fachkundiger Seite überwacht wird.

---

## Schlussätze.

Zum Schlusse mag es gestattet sein, nochmals die Hauptergebnisse der vorstehenden Arbeit kurz zusammenzustellen.

1. der immer mehr umsichgreifenden Verunreinigung der Flussläufe muss energisch entgegen gewirkt werden, da durch dieselbe zumeist eine nicht unbedeutende Schädigung materieller Interessen Einzelner, häufig aber auch eine nicht unbedenkliche, mitunter sogar eine ausserordentlich grosse Gefährdung der Gesundheit Einzelner und der Gesammtheit bedingt wird.

2. Von einem principiellen Verbote dahingehend, dass Abfallwässer ungereinigt in die Wasserläufe überhaupt nicht eingelassen werden dürfen, ist abzusehen; desgleichen erscheint es nicht angängig, eine für alle Fälle gültige bestimmte Norm aufzustellen, wie viel ein gereinigtes Sielwasser etwa noch Schmutzbestandtheile bezw. Bakterien pro Liter und cbcm enthalten dürfe.

3. Es ist vielmehr in jedem besonderen Falle unter genauer Berücksichtigung der jedesmaligen örtlichen Verhältnisse festzustellen, was zu geschehen hat.

4. Zunächst wird genau festzustellen sein, welcherlei Schäden denn die Flussverunreinigung mit sich im Gefolge hat, bezw. welche ernsthaft von ihr drohen. Dabei ist scharf zu scheiden zwischen den Missständen die 1. durch Einleiten der eigentlichen Schmutzbestandtheile hervorgerufen werden und 2. solcher, die durch das Einströmen von derartigen pathogenen Bakterien bedingt sind, die geeignet erscheinen, vom Flusswasser aus zu einer Ansteckung zu führen.

5. Es kommen zur Zeit bei der Versorgung der Abfallwässer hauptsächlich folgende Verfahren in Betracht.

a) Einleitung des ganzen Kanalwassers direkt in den Fluss.

b) Vorheriges Abfangen der größten suspendirten Bestandtheile durch Siebvorrichtungen (München).

c) Vorheriges Ausfällen sämtlicher suspendirten Bestandtheile durch Absitzteiche (Güstrow).

d) Vorheriges Ausfällen sämtlicher suspendirten Bestandtheile und Abtöden der pathogenen Bakterien durch die kombinirt chemisch-mechanischen Verfahren (Frankfurter Klärbassinanlage, Müller-Nahnsen'sche Tiefbrunnenanlage in Halle, Röckner-Rothe's Apparat in Essen).

e) Vorheriges Ausfällen sämtlicher suspendirten Bestandtheile, Unschädlichmachen bezw. weitgehendes Abscheiden der gelösten Schmutzstoffe, hochgradige Verminderung der Mikroorganismen mit völliger Vernichtung der pathogenen Mikroben durch Filtration in Erdfilteranlagen oder durch Berieselung (Berlin, Breslau, Danzig).

Es stehen sich diese Methoden alle gleichberechtigt gegenüber; jede von ihnen kann, an richtiger Stelle angewandt, den zu erhebenden Ansprüchen voll genügen.

6. Es giebt einschlägige Fälle, wo nicht sowohl eine schematisch durchgeführte Reinigung der gesammten städtischen Abwässer die bestehenden Missverhältnisse zu beseitigen im Stande ist, sondern wo gewisse andere sanitäre Massregeln mehr geeignet erscheinen, zum Ziele zu führen, bezw. noch zur Aushilfe mit herangezogen werden müssen.



06-8

S-96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294644