©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

# Einiges
aus dem
# Kreislauf der Materie:
## Reinigung und Verwertung städtischer Abwässer.

Von

**Dr. techn. Heinrich Renezeder,**
Konstrukteur.

---

Vortrag, gehalten den 4. Dezember 1907.

*(Mit Lichtbildern.)*

Mit 5 Abbildungen im Texte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wenn wir die chemischen Prozesse, die sich in der Natur abspielen, näher studieren, so finden wir, daß man es stets mit Kreisprozessen zu tun hat. Beginnen wir an irgendeiner Stelle eines solchen Kreisprozesses und schreiten wir im Sinne der Tätigkeit der Natur weiter, so kommen wir schließlich wieder zu jenem Produkte, von dem wir ausgegangen sind.

Sie werden sich gewiß jenes interessanten Kreislaufes erinnern, den die beiden Elemente Kohlenstoff und Sauerstoff auf ihrem Wege durch Erdreich und Atmosphäre zurücklegen. Der Sauerstoff gelangt im Gemenge mit Stickstoff als Luft durch den Atmungsprozeß in die Lunge, in den Körper des Menschen, wo er zum Verbrennen kohlenstoffhältiger Substanzen verwendet und zum Teile an Kohlenstoff gebunden als Kohlendioxyd in die Atmosphäre zurückgeführt wird. Die Pflanzen besitzen nun die für die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ungemein wertvolle Eigenschaft, Kohlendioxyd durch die Blätter aufzunehmen und Sauerstoff abzugeben. In den Blättern der Pflanze findet somit ein Prozeß statt, der unserem Atmungsprozesse entgegen verläuft. Den durch die Aufnahme des $CO_2$ in den Pflanzenleib gelangenden Kohlenstoff behält sich die Pflanze

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



zum Aufbau ihres Körpers. Dieser Kohlenstoff dient nun in Verbindung mit anderen Elementen dem Menschen als Nahrung, welche im Körper mit Hilfe des eingeatmeten Sauerstoffes verbrannt wird, wobei ein Teil des $C$ wieder in Verbindung mit $O$ als $CO_2$ abgegeben wird und in die Atmosphäre gelangt.

Ein Teil des durch die Nahrung in den Körper des Menschen gelangenden Kohlenstoffes wird in den festen Abfallstoffen ausgeschieden. Die Abfälle werden mit Hilfe von Mikroorganismen und des Sauerstoffes der Luft abgebaut und verbrannt. Dabei geht der Kohlenstoff wieder in Verbindung mit $O$ als $CO_2$ in die Atmosphäre über. Sie sehen also, daß sich die Prozesse zu einem Ringe schließen. Der Mensch sucht sich solche Prozesse zweckdienlich zu machen. Er beschleunigt oder verzögert sie, je nachdem, welches Stadium des Kreislaufes er anstrebt.

Er baut Zucker ab zu Alkohol und schafft aus süßer Lösung anregende Getränke. Bei dieser Phase des Kreislaufes Zucker—Alkohol—Essigsäure—Kohlendioxyd—Zucker will er verweilen, denn saueren Wein trinkt niemand gerne, er verzögert hier den Prozeß, damit der Alkohol nicht in Essigsäure übergeführt werde.

Man verbrennt die Leiber verstorbener Menschen, damit das Stadium Kohlendioxyd beim Kohlenstoff möglichst schnell erreicht wird und jene lästigen, übelriechenden, giftigen Produkte ausgeschaltet werden, welche auftreten, wenn der Leichnam der Erde übergeben wird. Die Steinkohlen — ein Umwandlungsprodukt der Pflanzen — werden durch Erhitzen in Retorten ihres

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Gehaltes an Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und eines Teiles des Kohlenstoffes beraubt und in wenigen Minuten jene Gase gewonnen, die sich durch vieljährige Tätigkeit der Erdwärme und anderer Energieformen als schlagende Wetter ungewollt den Menschen mit oft so traurigen Begleiterscheinungen offenbaren.

Die Abfälle der Städte enthalten alle jene Stoffe, die von Menschen und Tieren als unbrauchbare Stoffwechselprodukte abgegeben werden, ferner allerlei Abfälle aus Küchen, Badeanstalten, Schlächtereien, Waschanstalten u. dgl. m.

Man findet daher in den Kanalwässern Fleisch- und Gemüsereste, Seifen, Fette, Fäzes, Haare nebst vielen Produkten gewerblicher Betriebe, so z. B. Kochsalz, Kalk und Magnesiumverbindungen. Die englische Flußverunreinigungskommission[1]) hatte das Kanalwasser aus mehreren Städten genau untersucht und im Durchschnitte folgende Zusammensetzung gefunden (*mg* pro Liter).

| | | |
|---|---|---|
| Gelöst: | Organischer Kohlenstoff . . . . | 46·96 |
| | „ Stickstoff . . . . . | 22·05 |
| | Ammoniak . . . . . | 67·03 |
| | Stickstoff als Nitrate und Nitrite . | 0·03 |
| | Gesamtstickstoff . . . . . | 77·28 |
| | Chlor . . . . . | 106·6 |
| Suspendierte Stoffe | . . . . . | 446·9 |
| darin organisch | . . . . . | 205·1 |

[1]) Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung. Berlin 1902, S. 108.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Wässer im Zustande der Fäulnis sind, Nitratstickstoff ist nur in verschwindender Menge vorhanden.

Im Wienwasser fand Dr. Adolf Heider seinerzeit: [1])

| | |
|---|---|
| Gesamtrückstände . . . . | 493·5 |
| Chlor . . . . . | 34·37 |
| Ammoniak . . . . . | 15·85 |
| Permanganatverbrauch . . | 49·78 |

Der Gehalt an organischen Verbindungen ist in solchen Wässern Ursache, daß bei Stauung und Sommerwärme stinkende Fäulnis eintritt, und es braucht nur an jene Zeiten erinnert zu werden, wo wir noch längs der frei dahinfließenden Wien lustwandeln konnten. Freilich nur in der kalten Jahreszeit, denn im Sommer entströmten dem Jauchestrom Düfte, welche den Aufenthalt in den angrenzenden Parkanlagen unmöglich machten.

In den Kanalwässern wimmelt es natürlich von Spaltpilzen, die durch Abschwemmen in die Vorfluter gelangen, u. a. *Bacterium coli commune, Bacillus fluorescens, Bacillus subtilis,* Buttersäurebakterien, alle Arten Kokken und Spirillen, Sarzinen und Schwefelbakterien, natürlich auch stets Schimmelpilze. Dr. Heider hat seinerzeit auch den Bakteriengehalt der Donau festgestellt und folgende Keimzahlen gefunden:

---

[1]) Dr. Adolf Heider, Untersuchungen über die Verunreinigungen der Donau durch die Abwässer der Stadt Wien. 1893.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die Donau enthielt im $cm^3$ bei

| | | |
|---|---|---|
| Nußdorf . . . . . | 486 | Keime |
| der Staatsbahnbrücke . | 203.175 | „ |
| Fischamend . . . . . | 12.925 | „ |
| Hainburg . . . . . | 4.295 | „ |

Durch die Regulierung der Kanalisation Wiens ist der schädliche Einfluß der Kanalwässer auf den Donaukanal behoben und die Gefahren von Infektionen beim Baden in diesem Flußzweige sind dadurch geschwunden.

In vielen Städten ließ man die Abflüsse von Fabriken ruhig in die Kanäle ab, wodurch der Zustand der Vorfluter ein noch traurigerer wurde. Besonders in England gab es Städte, deren Abflüsse dank dem Zuschusse von Wäschereien, Gerbereien, Brauereien etc. so arg verunreinigt wurden, daß z. B.[1]) die zur Untersuchung des die Stadt Bradford durchfließenden Bradfordbeck entsendete Parlamentskommission im Jahre 1867 folgendes berichtete:

„Zur Zeit der Untersuchung wurde das Wasser des Bradfordkanales im Sommer derart verunreinigt, daß große Mengen brennbarer Gase ausgeschieden wurden, und wenn es gewöhnlich für unmöglich erachtet wurde, die Themse bei London in Brand zu stecken, so war dies jedenfalls ausführbar am Bradfordkanal, wo dies gelegentlich einen Teil der Vergnügungen der Jungen aus der Nachbarschaft bildete. Sie befestigten ein angebranntes

[1]) Nach Dr. Emerich Forbat im „Gesundheits-Ingenieur“ 1906, 7.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Streichholz am Ende einer Stange und steckten damit den Kanal in Brand, wobei die Flamme bis sechs Fuß hoch schlug und viele Yards lang gleich einem Irrwisch auf der Oberfläche des Wassers entlang lief. Die auf dem Kanal befindlichen Schiffe wurden von den Flammen zum Schrecken der an Bord befindlichen Leute vollständig eingehüllt."

Die Berichte über den Zustand der Flüsse lauten freilich mitunter so besorgniserregend, daß man oftmals nicht weiß, ob sie mit ganzem Ernste erfaßt werden sollen. So findet man z. B. in der „Städtezeitung" Nr. 7, Jahrgang 2, folgende von Dr. Bonne stammende Kritik des Mainwassers bei Frankfurt:

„Bei gelegentlichem Benetzen der Hände mit diesem Mainwasser soll sich sogar ein eitriger Ausschlag an den Händen eingestellt haben. . . . "

Nicht nur im Fluß-, sondern auch im Meerwasser treten störende Verunreinigungen durch den Einlauf von Kanalwässern auf, obwohl die Abwässer in diesen Fällen einer bedeutenden Wassermenge zugeführt werden. Auf einer im Jahre 1906 in Belfast stattgefundenen Kommissionstagung wies der Bakteriologe Professor Mac Wencei auf die große Gefahr der Verunreinigung und Infizierung der Austern mit Keimen des Typhus und der Magen- und Darmentzündungen, ferner auf die Bedenklichkeit der Benutzung solcherart verunreinigter Küstenteile für Badende, die leicht durch Verschlucken von Wasser gefährlich erkranken können. Es wurde von dieser Kommission die Forderung vertreten, daß Ab-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wässer stets nur in gereinigtem Zustande in Meeresbuchten eingeleitet werden sollten.

Wenn nun Kanalwässer in Vorfluter einlaufen, so erfahren sie eine weitgehende Verdünnung. Die organischen Stoffe können zum Teile unter Einwirkung des Sauerstoffes und des Lichtes, ferner durch die Tätigkeit von niederen Organismen unschädlich gemacht werden. Die in den Vorfluten befindlichen Bakterien nähren sich von den darin befindlichen organischen Substanzen und dienen selbst wieder den Protozoen als Nahrung, diese den Rädertierchen, welche wieder von den Krustazeen aufgefressen werden. Den Schluß der Kette bilden die Fische, die somit das Endglied des Lebensprozesses der Gewässer darstellen.

Diese Verdauungskraft der Flußläufe — Selbstreinigung genannt — darf aber nicht allzusehr überschätzt werden.

Dr. Max von Pettenkofer sprach sich im Jahre 1890 in einem Vortrage über die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München gegen die Notwendigkeit einer Unschädlichmachung der Kanalwässer vor dem Einlasse in die Isar aus, indem er behauptete, daß die Verdauungskraft des Wassers eine so große sei, daß die schädlichen Stoffe durch Selbstreinigung zerstört werden. Er verwies in seinen Ausführungen auf einzelne Städte wie Lyon, welche mit filtriertem Rhonewasser versorgt werden, obwohl in Genf alle Fäkalien und anderen Schmutzstoffe in die Rhone entleert werden. Im Jahre 1891 führt Pettenkofer als weiteres Bei-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



spiel die Selbstreinigungskraft der Elbe an, deren Wasser in Altona getrunken wird, obwohl Hamburg seine Sielwässer in diesen Fluß abschwemmt.

Dr. G. Bonne greift in einer Broschüre[1]) die Pettenkofersche Lehre von der Selbstreinigung der Flüsse an und wendet sich gegen den Optimismus der Anhänger Pettenkofers. Dieser Forscher habe 1891 zur Bekräftigung seiner Lehre von der Selbstreinigungskraft der Flüsse die Tatsache angeführt, daß das Wasser der Elbe in Altona getrunken wird, allein schon ein Jahr später starben daselbst Tausende an einer Cholerainfektion, die durch die Kanalwässer Hamburgs verursacht wurde.

Wohl wird die Selbstreinigungskraft bei sehr wasserreichen Vorflutern zumeist ausreichend sein, um eine schädliche Beeinflussung durch die städtischen Kanalwässer hintanzuhalten, allein bei Beurteilung des Einflusses der Abwässer auf Flußläufe müssen viele Faktoren herangezogen werden, insbesonders ob und welche industrielle Abflüsse den Kanalwässern beigemengt werden.

Die in den Abfällen der Städte vorhandenen chemischen Individuen werden auf dem Wege der Fäulnis weitgehend gespalten und es finden sich in den Abwässern nachfolgende Abbauprodukte:

---

[1]) Dr. med. Bonne: Neuere Untersuchungen und Beobachtungen über die zunehmende Verunreinigung der Unterelbe, eine Folge der gemißbrauchten Lehre von der Selbstreinigungskraft der Flüsse.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



| | |
|---|---|
| Peptone, Leuzin, Asparaginsäure etc. | Fettsäuren (Buttersäure, Valeriansäure etc.) |
| Ammoniak | Trimethylamin |
| Ammoniumderivate | Freie Kohlensäure |
| Benzolderivate | Toxine |
| Schwefelwasserstoff | Alkohole und deren Säuren |
| Schwefelammon | Glyzerin etc. |
| Kresol | |
| Indol | |
| Skatol | |

Aus den Kanälen der Städte kommen auf diese Art große Mengen fauliger Stoffe in die Vorfluter, welche den im Wasser gelösten Sauerstoff verbrauchen, so daß dadurch leicht eine Schädigung der Fischzucht entstehen kann, da Fische hinsichtlich des Reinheitsgrades recht empfindlich sind.

So verhalten sich z. B. nach C. Weigelt[1]) Forellen in verunreinigtem Wasser wie folgt:

Bei einem Gehalte von

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50·0 | *mg* | $NH_3$ | pro Liter | tritt | nach | 47 | Minuten | Tod | ein. |
| 10·0 | „ | $H_2S$ | „ | „ | „ | „ | 5 „ | „ | „ |
| 0·1 | „ | $FeSO_4$ | „ | „ | „ | „ | 5 Stunden | „ | „ |

J. König und Haselhoff[2]) fanden als schädliche Grenze für kleine Fische 17 *mg* $NH_3$ pro Liter, für

---

[1]) Archiv für Hygiene 1885, 39.

[2]) Landwirtsch. Jahrbuch 26, 65.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



große 30 *mg*, kohlensaures Ammon äußert sich erst bei einem Gehalte von 170 bis 180 *mg* schädlich.

Nach J. Kupzis[1]) kommen Fische bei einem Gehalte von nur 1 $cm^3$ *O* im Liter an die Oberfläche des Wassers und schnappen begierig nach Luft. Am empfindlichsten sollen in dieser Hinsicht Weißlinge sein.

Die stetige Verunreinigung der Flußläufe führt sicher in manchen Fällen zu einer recht schweren Schädigung der Fischereiinteressenten, die sich daher wiederholt in allen Ländern an die maßgebenden Behörden gewendet haben mit dem Ersuchen, durch entsprechende Maßnahmen das einst so blühende Fischereigewerbe vor dem sicheren Untergange an vielen Flußläufen zu bewahren.

Auf dem im Jahre 1905 in Wien stattgefundenen internationalen Fischereikongreß hat Dr. Robert Fischer ein erschöpfendes Referat über die notwendigen Maßnahmen zur Hintanhaltung der immer weiterschreitenden Verunreinigung der Flußläufe gehalten.[2]) Auf diesem Kongresse wurde eine Resolution angenommen, in welcher an die Regierungen das Ansuchen gestellt wurde, „durch geeignete Organe auf Grund

---

[1]) Zeitschrift f. Untersuchung d. Nahrungsmittel 1901, S. 631.

[2]) Siehe Referat Dr. Robert Fischers: „Internationale Regelung zum Schutze der Gewässer gegen Verunreinigungen.“ Verlag der k. k. österr. Fischereigesellschaft.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



sorgfältiger Erhebungen des derzeitigen unhaltbaren Zustandes der Gewässer einen allgemeinen Sanierungsplan ausarbeiten zu lassen, dessen Realisierung unter Heranziehung der interessierten Kreise in die Hand zu nehmen und durch Aufstellung mit den entsprechenden Machtbefugnissen ausgestatteter Überwachungsorgane eine dauernde Reinerhaltung der Wasserläufe zu sichern".

Es ist ja sicher, daß durch die Abwässer von Fabriken arge Schädigungen der Fischereiinteressenten eintreten können; ich erinnere an das große bedauernswerte Fischsterben in der Enns, das vor wenigen Jahren zu berechtigten Klagen Anlaß gab, allein solche Fälle sind Gott sei Dank nur vereinzelt und es wäre unrecht, daraus Maßnahmen ableiten zu wollen, welche die Industrie erheblich belasten würde.

Aus all den bisher angeführten Gründen erhellt die Notwendigkeit, die städtischen Abwässer in der Mehrzahl der Fälle einer weitgehenden Reinigung zu unterziehen.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind nun viele Verfahren ausgearbeitet und in die Praxis eingeführt worden.

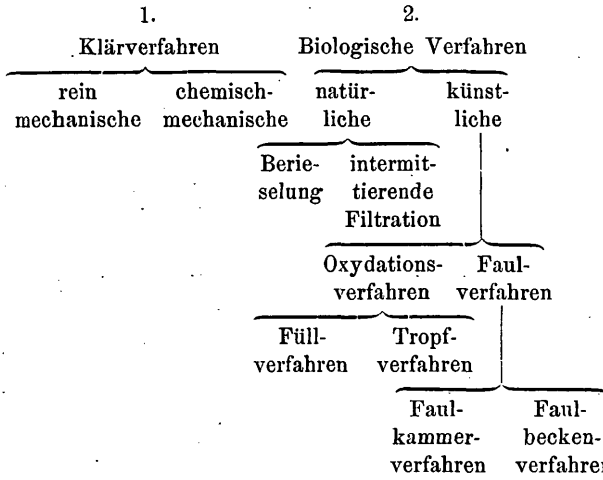
Prof. Dr. Dunbar und Dr. K. Thumm teilen die gebräuchlichsten Methoden folgend ein:[1])

---

[1]) Beitrag zum derzeitigen Stande der Abwasserreinigungsfrage unter besonderer Berücksichtigung der biologischen Reinigungsverfahren.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at






Verlangsamt man die Stromgeschwindigkeit der Kanalwässer, so setzen sich die festen Bestandteile am Boden als Schlammschichte ab. Diese Sedimentierung der suspendierten Stoffe kann entweder mit Klärapparaten oder in Klärbecken erreicht werden.

Von den vielen Apparaten, welche die Reinigung trüber, mit festen Bestandteilen durchsetzten Abwässer anstreben, möge der von Röckner-Rothe erwähnt werden.

Die Wässer gelangen in einen zylindrischen Reinigungskörper und steigen mit stark verringerter Geschwindigkeit empor. Durch Ansaugen mittels eines Pumpwerkes wird das Aufsteigen der Schmutzwässer bis zu einem Heberrohre ermöglicht, durch welches die

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



klare Flüssigkeit selbsttätig abfließt. Die zu tiefst gelegenen Schlammassen werden zeitweilig ausgepumpt. Die Klärapparate haben den Vorteil, daß sie wenig Raum einnehmen und ein rasches Absitzen der Schwimmstoffe gestatten. Viele Städte leiten die Abwässer in Klärbecken, durch welche die Jauche in horizontaler Richtung mit jeweilig ermittelter Geschwindigkeit hindurchfließt. Ein Beispiel wäre die Kläranlage der Stadt Frankfurt a. M.[1])

Diese Stadt reinigt ihre Abwässer seit dem Jahre 1902 nur mehr mechanisch. Die Schmutzwässer gelangen zunächst in einen Sandfang, in dem die mineralischen Stoffe, Knochen, Pflanzenteile, Fetzen u. dgl. liegen bleiben, durchströmen hierauf Rechen, welche die Fäkalien, Papier, Korke usw. abfangen und werden dann in 14 Kammern zu je 40·6 *m* geleitet, wo sich die feinen Schwebestoffe durch Herabminderung der Geschwindigkeit absetzen.

In Österreich besitzen die Städte Prag und Znaim ähnliche mechanische Reinigungsanlagen.

Der Umstand, daß sich die feinen Schwebestoffe nur langsam absetzen, hat frühzeitig zur Anwendung chemischer Zusätze geführt. Durch den Zusatz chemischer Fällungsmittel wird wohl ein gründlicheres Niederschlagen der suspendierten Stoffe erreicht, allein die großen Schlammengen, die solche Verfahren zeitigen und deren Weiterverwendung mit Schwierigkeiten verbunden ist,

---

[1]) Tillmann, Die Abwässer-Kläranlage in Frankfurt a. M., Zeitschrift für die Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln 1907, S. 121.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



bilden zumeist einen recht lästigen Übelstand. Dieser Umstand und die Mehrkosten der chemisch-mechanischen Klärung haben die Stadt Frankfurt im Jahre 1902 veranlaßt, zur rein mechanischen Reinigung überzugehen. Bis zu dem erwähnten Jahre setzte man den Kanalwässern Kalkmilch und Tonerdesulfat zu, deren Kosten pro Kopf 17 Pf. betrugen.

Unter den zahlreichen Fällungsmitteln, die in die Praxis Eingang gefunden haben, sind Kalk, Eisen und Tonerdeverbindungen vorherrschend. Diese Stoffe erzeugen, den Abwässern zugesetzt, einen Niederschlag, der infolge seines spezifischen Gewichtes rasch sedimentiert und dadurch die Schwebestoffe mit zu Boden reißt.

Nach den Arbeiten Königs wird die fällende Wirkung des Kalkes wesentlich unterstützt durch Einleiten von $CO_2$. Der in Lösung bleibende Kalk kann aber im Vorfluter durch Ausscheidung von Kalziumkarbonat zuweilen recht störende Verunreinigungen hervorrufen, wovon photographische Aufnahmen der Themse und der Luppe Zeugnis geben.

Von den vielen Anlagen, die nach der jetzt besprochenen chemisch-mechanischen Methode arbeiten, mögen die der Städte Leipzig, London und Mödling bei Wien, ferner das Kohlebreiverfahren von Degener-Rothe näher besprochen werden.

In Leipzig[1]) reinigt man seit 1897 die Abwässer nach E. Hoffmann durch Fällen mittels eisenoxyd-

---

[1]) Verwaltungsberichte der Stadt Leipzig 1905 und 1906.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



hältigem Eisensulfat, das aus Abfällen der städtischen Gaswerke gewonnen wird. Die Jauche wird durch offene Gräben zugeleitet, die gröberen Schwebestoffe mit Rechen von 8 *mm* Stangenweite abgefangen, hierauf in Mischkammern mit Klärmitteln versetzt und in Klärbecken von 80 *m* Länge zum Sedimentieren gebracht. Der dabei erzielte Schlamm

(1905 93.550 $m^3$ b. einer Bevölkerungszahl v. 544.400)
(1906 113.250 „ „ 555.400 Einwohnern)

wird in Schlammgruben geleitet und mit Pumpen in Schlammbecken gehoben, wo eine langsame Entwässerung durch Drainageröhren erfolgt. Wenn der Schlamm stichfest geworden ist, wird er an Landwirte als Dünger abgegeben und die Fuhre mit 25 bis 50 Pfennigen bezahlt, was im Jahre 1906 einen Gesamterlös von 323 M. ergab. Die Kosten der Klärung beliefen sich pro Kopf der Bevölkerung 1905 auf 72·5 Pf., 1906 auf 79·1 Pf.

Die Abwässer der Stadt London werden teilweise nach Barking und Crosness geführt und dort einer chemischen Reinigung unterzogen. Sie passieren zunächst eine Mischkammer, in der sie mit Kalkmilch und Eisenvitriol (4 : 1) versetzt werden. Die getrübte Flüssigkeit wird hierauf in seichte Kanäle geleitet, wo sich der Niederschlag bald zu Boden setzt. Das Klärwasser wird noch filtriert und fließt in den Fluß ab. Der Schlamm wird durch Dampfer ungefähr 50 Meilen ins Meer hinausgeführt und dort versenkt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



In Mödling kommt das sogenannte Polarite-Ferrozoneverfahren zur Verwendung.

Die in Wiener-Neudorf erbaute Anlage umfaßt 6 Sedimentierbecken, 3 Klärteiche und 19 Filterbeete. Die Spüljauche kommt — ca. 39 bis 40 *l* pro Se-

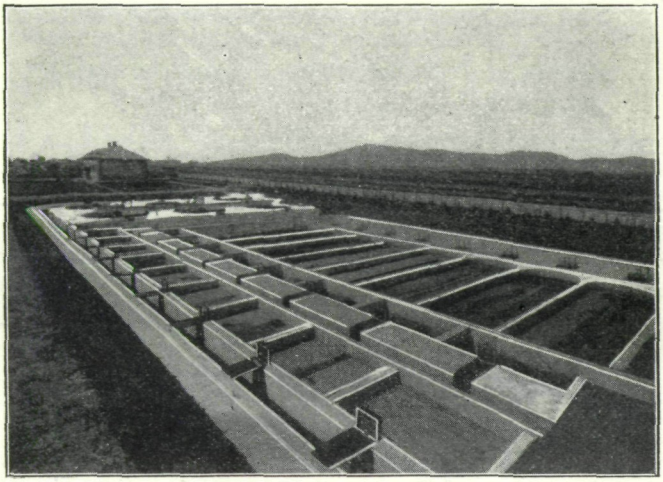


Fig. 1. Filteranlage der Stadt Mödling.

kunde — in einem Zuflußkanal zum Mischgefäß, wo sie mit Ferrozone — das im wesentlichen aus Tonerde und Eisensulfat besteht — versetzt wird, passiert zwei Rechen, welche die gröberen Bestandteile zurückhalten und fließt von einem Verteilungskanal in sechs Sedimentiertanks. Das aus diesen ablaufende Wasser wird in drei hinter-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



einander geschaltete Klärteiche geleitet und erst von hier auf die Filter gebracht, von denen zwei Serien vorhanden sind. Die erste Serie umfaßt zehn Sandfilter, die zweite neun. Diese zweiten Filterbecken sind mit Schotter gefüllt, dessen Korngröße von unten nach oben abnimmt. Unter der Deckschichte liegt Polarite, ein „Eisenstein“ genanntes, Eisenoxyduloxyd enthaltendes

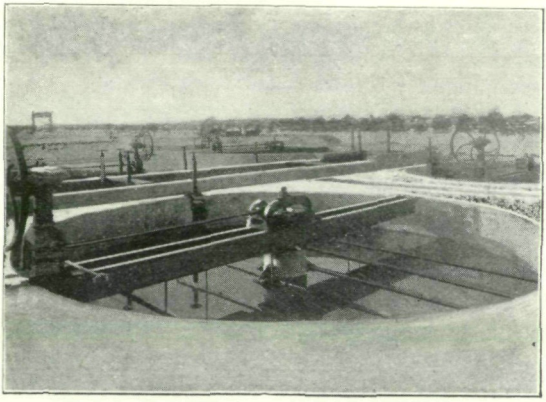


Fig. 2. Sedimentiertanks der Mödlinger Anlage.

Material, dessen Sauerstoffgehalt die Wirkung der Filter erhöhen soll.

Nach Durchlaufen der Filter kommt das Wasser in den Abzugskanal und durch diesen in einen angrenzend vorbeifließenden Bach.

Das Wasser fließt geruchlos und klar ab. Die von den Rechen zurückgehaltenen Schwebestoffe sowie der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Schlamm der Sedimentiertanks und Absitzbecken werden in einen Sammelraum geleitet und aus diesem mittels Bagger in Schlammgruben gebracht, wo er so lange liegen bleibt, bis er stichfest ist, worauf er als Düngemittel abgegeben wird (Fig. 1 u. 2).

Das Kohlebreiverfahren von Degener besteht darin, daß man den zu klärenden Abwässern einen Brei fein gemahlener, in Wasser verriebener Braunkohle und Mineralsalze zusetzt. Der durch Sedimentieren in Klärapparaten gewonnene Schlamm wird in Ziegelform gepreßt und als Brennmaterial in den Handel gebracht. Nach Dr. Robert Fischer werden auch 90 % der gelösten organischen Stoffe nach dieser Methode entfernt.

Ich komme nunmehr zur zweiten Gruppe der Reinigungsverfahren, zu den Oxydationsverfahren.

Diese Methoden der Reinigung streben eine Mineralisierung der fäulnisfähigen Substanzen durch Sauerstoffaufnahme und Mitwirkung von Mikroorganismen an.

Das Verfahren der intermittierenden Filtration besteht in einem Durchfiltrieren der Spüljauche durch geeigneten, am besten sandigen Boden und verdankt ihre Ausbildung den grundlegenden Arbeiten Sir Edward Franklands. Dieser Forscher, der schon im Jahre 1868 die ersten Versuche machte, Abwasser durch Filtration zu reinigen, wies im Jahre 1877 nach, daß nur durch unterbrochenes Arbeiten der Filter ein befriedigender Erfolg zu erzielen sei, da bei beständigem Zufließen von Jauche sehr bald eine Erschöpfung der Filter eintritt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die Lawrencestation in Massachussetts führte eingehende Untersuchungen in den achtziger Jahren durch, welche die Behauptungen Franklands vollauf bestätigten. Diese Reinigungsanlagen in Massachussetts werden noch heute betrieben.

Einem Berichte der Gesundheitsbehörde des erwähnten Staates[1]) ist aber zu entnehmen, daß der Wirkungswert in den letzten Jahren zurückgegangen ist. Versuche ergaben, daß in der Deckschichte eine Anreicherung von stickstoffhältigen Substanzen stattfand. Eine dem erwähnten Berichte beigeschlossene Tabelle[2]) gibt Aufschluß über die „Stickstoffbilanz auf den intermittierenden Filtern verschiedener Ortschaften in Massachussetts".

| Name des Ortes | Beobachtungszeit | Menge (*mg* pro Liter) des zugeführten Stickstoffes | des nitrifizierten Stickstoffes in den Abläufen | Es wurden nitrifiziert in % |
|---|---|---|---|---|
| Andover . . . | 1900—1903 | 70·2 | 10·7 | 15·2 |
| Brockton . . . | 1897—1903 | 47·3 | 21·8 | 41·0 |
| Clinton | | | | |
| östl. Abfluß | 1900—1903 | 56·6 | 7·0 | 12·4 |
| westl. Abfl. | 1900—1903 | 56·6 | 9·2 | 16·2 |
| Concord. . . . | 1901—1903 | 12·0 | 7·4 | 61·7 |
| Framingham | | | | |
| östl. Abfluß | 1893—1903 | 51·0 | 11·6 | 22·7 |
| westl. Abfl. | 1893—1903 | 51·0 | 10·1 | 19·8 |
| Gardua . . . . | 1892—1903 | 32·1 | 5·4 | 17·4 |

[1]) Professor Dunbar, Untersuchungen über die Abwasserreinigung mittels intermittierender Filtration in der Versuchsstation in Lawrence. Ges. Ing. 1906, 8.

[2]) Ges.-Ing. 1906, 12.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



| Name des Ortes | Beobachtungszeit | Menge (*mg* pro Liter) des zugeführten Stickstoffes | des nitrifizierten Stickstoffes in den Abläufen | Es wurden nitrifiziert in % |
|---|---|---|---|---|
| Hopedale . . . | 1901—1903 | 27·5 | 11·4 | 41·5 |
| Leicester . . . | 1897—1903 | 37·8 | 9·3 | 24·6 |
| Marlborough . | 1892—1903 | 42·8 | 8·5 | 19·9 |
| Natido . . . . | 1897—1903 | 17·1 | 5·0 | 29·2 |
| Pittsfield . . . | 1903 | 32·3 | 6·9 | 21·4 |
| Southbridge . | 1900—1903 | 21·4 | 1·6 | 7·5 |
| Spencer. . . . | 1898—1903 | 23·2 | 7·1 | 30·6 |
| Stockbridge . | 1900—1903 | 14·8 | 2·3 | 15·5 |
| Westborough | 1900—1903 | 26·7 | 7·5 | 28·1 |

Die letzte Zahlenreihe gibt die prozentuale Menge des in den Abflüssen nachgewiesenen nitrifizierten Stickstoffes an, bezogen auf die zugeführte Menge. Es ist ersichtlich, daß durchschnittlich nur etwa 25 % der zugeführten Stickstoffmengen nitrifiziert worden sind und ein Großteil im Filter zurückblieb, wodurch die erwähnte Anreicherung an *N*-hältiger Substanz und der Rückgang in der Wirkung bedingt waren.

Der Gehalt an Bakterien ging durch die Filtration erheblich zurück, ja es wurde experimentell nachgewiesen, daß von den im zu filtrierenden Abwasser vorhandenen Kolibakterien 97 bis 100 % entfernt wurden. (Die Lichtbilder veranschaulichen die Filteranlagen von Clinton in den U. S. A.)[1])

---

[1]) Diese Aufnahmen sowie viele der später vorzuführenden stammen von Herrn Dr. Robert Fischer, Konstrukteur an der Hochschule für Bodenkultur.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Bei der intermittierenden Bodenfiltration kommt die Frage der möglichen Bewirtschaftung des der Filtration dienenden Bodens nicht in Betracht. Leitet man verdünnte Jauche auf Felder, so sickert die faulende Flüssigkeit langsam durch den Boden, der bekanntlich zahlreiche Bakterien enthält, die teilweise imstande sind, fäulnisfähige Substanzen zu mineralisieren. Auf diese Art entstehen aus Eiweiß, Kohlehydraten, Fettsubstanzen etc. Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure, Kohlendioxyd, Wasser, freier Stickstoff, ferner Verbindungen des Phosphors und des Kaliums. Diese Zersetzungsprodukte stellen gute Pflanzennährmittel dar, welche bei Filtration über unbebautem Boden zum Großteile in den Vorfluter abfließen. Es war naheliegend, diese Pflanzennährstoffe der Landwirtschaft dadurch nutzbar zu machen, daß man jene Felder, auf welche die Kanaljauche geleitet wurde, systematisch und rationell bewirtschaftete.

Solche Felder — Rieselfelder genannt — dürfen aber nicht ununterbrochen mit Jauche beschickt werden, da man ja den Bakterien zum Verarbeiten der in dem Boden festgehaltenen Faulstoffe Zeit lassen muß. Es kann sonst der Fall eintreten, daß der Reinigungseffekt fast Null wird. Solche Rieselfelder sehen stark verschlammt aus, wie aus den vorgeführten Lichtbildern ersichtlich ist. (Aufnahmen der Rieselfelder von Bolton und Birmingham.) Freilich sind damit immer große Ausgaben für Grunderwerbung verbunden. In Berlin[1]) be-

[1]) Dr. F. Fischer, Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, S. 224.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



liefen sich die Kosten bis zum 1. April 1900 auf 42 Millionen Mark für 11.502 Hektar Fläche, somit pro Hektar 3724·14 Mark. Der im Lichtbilde vorgeführte Plan zeigt die Größe dieser Rieselfelder, welche die bedeutendsten der jetzt bestehenden sind, und die Anlage der Druckrohrleitungen, durch welche die Kanalwässer auf die Rieselfelder gebracht werden.

Die Lichtbilder veranschaulichen die Art der Zuleitung der Spüljauche auf die Rieselfelder von Berlin-Malchow, das der Kontrolle des Druckes dienende Standrohr, die Druckrohrmündung, die Hauptzuleitung und den Hauptverteiler. Die Jauche wird entweder über die ganze Fläche verteilt (Staufiltration) oder aber nur aus Gräben den Wurzeln der Pflanzen zugänglich gemacht (Beetfiltration). Für die Berieselung muß ein lockerer, gut durchlässiger, möglichst kalkhältiger Sandboden mit tiefliegendem Grundwasserspiegel ausgewählt werden, bei schwerem Boden tritt leicht eine Stauung und Verschlickung ein. Solche Stauungen können natürlich teilweise auch im Winter durch Einfrieren auftreten, obwohl unter der Eisschichte der Prozeß des Filtrierens durchaus keine Unterbrechung leiden muß (Lichtbilder zeigen die Malchower Rieselfelder mit Eisdecke).

Paris[1]) hat im Jahre 1867 mit Versuchen begonnen, die Kanalwässer auf einem Felde von Clichy durch Berieselung zu reinigen. Es folgten bald Anlagen in Gennevilliers und Achères, Mery und Gresillons. Die Größe

---

[1]) Ebenda S. 230.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



dieser Rieselfelder beträgt ca. 6000 Hektar. Die von Dr. R. Fischer stammenden Aufnahmen zeigen den Verlauf der Leitung, welche die Abwässer von Paris nach Clichy bringt, ferner die Absitzbecken von Clichy und Colombes, einen Schlammbagger und Dampfer, welche den Schlamm verführen. Die schönen Anlagen des Parc Agricole d'Achères lassen eine üppige, prächtige Vegetation erkennen.

Die Methode der Berieselung ist bei guter Auswahl des Bodens und sachgemäßer Verwaltung eine der rationellsten. Aber die Notwendigkeit des Erwerbes großer Ländereien erfordert meist bedeutende Summen, besonders in der Nähe großer Städte, wo die Grundbesitzer mitunter recht hohe Preise für ihre Felder verlangen, sobald sie merken, daß die Stadtverwaltung zum Ankaufe gezwungen ist. Das von den Rieselfeldern abfließende Drainwasser soll in den meisten Fällen von großer Reinheit und geruchlos sein. Es ist interessant, was Alfred Roechling in einem Berichte über die Tätigkeit der englischen Kommission zur Prüfung der Abwasserreinigung über das Pariser Rieselfeldsickerwasser schreibt:[1])

„Als einige Mitglieder des letzten hygienischen Kongresses zu Paris einen Ausflug nach Gennevilliers machten, gelangten sie am Ablaß der gereinigten Abwässer ziemlich ermüdet und erhitzt an und konnten nicht dem Wunsche widerstehen, einen kühlenden Labe-

[1]) Ges. Ing. 1903, 26.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



trunk dem kristallenen Bache zu entnehmen, in welchem Fische lustig spielten."

Der Reinigungseffekt erhöht sich, wenn man die Abwässer vor der Abgabe an die Rieselfelder verfaulen läßt, wie aus nachstehender Tabelle zu ersehen ist:

## Zusammensetzung von ungereinigten und gereinigten städtischen Abwässern.[1])

| | Rohwasser | Abfluß aus Faulraum | Drainwasser |
|---|---|---|---|
| Suspendierte Stoffe . . | 500—800 | ca. 200 | fast 0 |
| Fette und Seifen . . . | ca. 150 | vorhanden | 0 |
| Abdampfrückstand . . | ca. 1000 | ca. 1000 | ca. 1000 |
| Permanganatverbrauch | ca. 500 | ca. 400 | 130—200 |
| Organischer Stickstoff . | ca. 20 | ca. 10—15 | ca. 1—9 |
| Ammoniak-Stickstoff | ca. 70 u. mehr | ca. 100 | 0—20 |
| Salpeter- und salpetrige Säure . . . . . | 0—3 | 0 | 50—150 |
| Schwefelwasserstoff . . | 0 od. Spuren | ca. 15 u. mehr | 0 |
| Gelöster Sauerstoff . . | meist 0 $cm^3$ | meist 0 $cm^3$ | 1—3 $cm^3$ |
| Keime pro $cm^3$ . . . . . | 3—40 Millionen | 2—20 Millionen | 30—100 Tausend |

Man sieht aus dieser Tabelle weiters deutlich, daß der Ammoniakstickstoff fast verschwindet, dafür aber erhebliche Mengen von Salpeter, beziehungsweise salpetriger Säure in das Drainwasser übergehen.

Der Bakteriengehalt ist erheblich zurückgegangen, die Verdauungskraft des Bodens für Bakterien ist somit eine ganz bedeutende.

---

[1]) Lafar, Handbuch der technischen Mykologie, Bd. 3, S. 395.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die Schwierigkeit der Beschaffung geeigneter Rieselfelder hat in England zu Versuchen geführt, die großen natürlichen Oxydationsfelder durch künstlich erbaute Anlagen zu ersetzen.

Man ließ aber zunächst die Jauche meist in Faulräumen geraume Zeit verweilen, wobei durch die Tätigkeit von Fäulnisbakterien und (nach Prof. Dunbar) von diastatischen und proteolitischen Enzymen die festen Bestandteile unter Bildung von teils übelriechenden und teils brennbaren Gasen wie Schwefelwasserstoff, Merkaptan, Wasserstoff, Sumpfgas, Ammoniak u. dgl. verflüssigt, hochzusammengesetzte Verbindungen abgebaut werden zu solchen einfacher Zusammensetzung. Diese Vorfaulung stellt für sich das lange sehr hoch geschätzte Faulverfahren dar, das aber nur als vorbereitende Behandlung der Abwässer aufgefaßt werden kann, da die Abflüsse solcher Faulräume keine fäulnisunfähigen Abwässer liefern.

Die spezifisch leichten Stoffe, besonders Fett, sammeln sich in den erwähnten Faulräumen an der Oberfläche der Flüssigkeitsmassen an und bilden im Laufe der Zeit dicke Schichten, welche die darunter befindliche Jauche vor Licht und Luft schützen. (Vorführung von Aufnahmen solcher Schwimmdecken.) Diese Deckschichte wird allmählich humusartig, überzieht sich im Laufe der Zeit mit Vegetation und kann 30 bis 40 *cm* dick werden. Nach gründlichem Ausgären in den Faulräumen kommt die nunmehr vom Großteile der Schwebestoffe befreite Spüljauche auf Filterkörper. Diese Filter, Oxydations-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



körper genannt, sind Becken, welche mit Sand, Kies, Koks, Schlacke etc. gefüllt werden. Die aus den Faulräumen kommenden Klärwässer fließen in diese Oxydationskörper, wo sie einige Stunden in Ruhe verweilen. Die in den Abwässern enthaltenen gelösten organischen Substanzen werden im Filter zurückgehalten und in der Folge von den aeroben Bakterien mineralisiert, der organische, beziehungsweise Ammoniakstickstoff in Nitratstickstoff verwandelt. Der Verlauf dieser Vorgänge ist noch nicht recht geklärt. Professor Dunbar, der Vorstand des hygienischen Institutes in Hamburg, führte in einer 1903 im „Gesundheitsingenieur" (Nr. 33) erschienenen Abhandlung über die Wirkungsweise der Oxydationsfilter folgendes auszugsweise Wiedergegebenes aus:

„Aus trüben Abwässern werden die ungelösten Bestandteile in den Oxydationskörpern zwar naturgemäß durch einfache mechanische Filtrierungsprozesse zurückgehalten. Dieser Prozeß wird selbst bei sehr grobkörnigen Oxydationskörpern ermöglicht durch die klebrige, gallertartige Haut, welche bei ausgereiften Oxydationskörpern jedes einzelne Stück der Schlacke überzieht. Dieser klebrige Überzug ist es aber auch gleichzeitig, welchem die hohe Entfaltung der Absorptionswirkungen in den Oxydationskörpern zu verdanken ist.

Wenn ich auf einen Körper eine Flüssigkeit bringe, welche organische, fäulnisfähige Stoffe enthält, und wenn diese Flüssigkeit unter Zurücklassung der organischen Stoffe aus dem Körper wieder austritt, so können die organischen Stoffe entweder durch Enzyme, beziehungs-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



weise Bakterien zersetzt oder sie können chemisch gebunden oder sie können schließlich absorbiert werden."

Dunbar erwähnt weiters, daß Versuche ergeben haben, daß die Befreiung der Flüssigkeit von organischen Stoffen innerhalb weniger Minuten erfolgt, somit Bakterienwirkung diesem Stadium nicht zugrunde liegen kann. Erst nach erfolgter Absorption setzen die zersetzenden Kräfte ein und es erfolgt der chemische Abbau der Substanzen durch die Tätigkeit von Kleinwesen und im weiteren Verlaufe die Oxydation dieser Zersetzungsprodukte. Ein reiches Tier- und Pflanzenleben entwickelt sich in den Filtern, Schimmelpilze, Algen, Würmer, Springschwänze, Spinnen u. dgl. beleben das Füllmaterial.

Die Ausführungen Dunbars haben zu Gegenschriften anderer Forscher wie Vogel[1]) und Bretschneider[2]) Veranlassung gegeben und eine seinerzeit ziemlich scharf geführte Fehde im Gefolge gehabt.

Der Vorstand der praktisch hygienischen Abteilung des kaiserlichen Institutes für experimentelle Medizin in St. Petersburg, Professor Dzierzowsky, berichtet über eingehende Studien zur Aufklärung der Wirkungsweise der Filter.[3]) Er bestätigt die Ansicht Dunbars, daß das Filtermaterial gelöste organische Stoffe, wie Serum-

---

[1]) Vgl. Das Wasser, 1900—1902.

[2]) Stadtbaurat Bretschneider: Städtische Kläranlagen und ihre Rückstände. Vierteljahresschrift des deutschen Vereines für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. 37.

[3]) Ges.-Ing. 1907, Heft 1.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



albumin, Eiweiß, Blutserum, Pepton u. a. durch Adsorption festhält und fand, daß gewisse Metalloxyde, wie Eisenoxyd, Kupferoxyd, Mangandioxyd diese Wirkung bedeutend erhöhen.

Der Verfasser teilt die sich dabei abspielenden Prozesse ein in

1. physikalische — Sedimentierung der suspendierten und Adsorption der gelösten Substanzen;

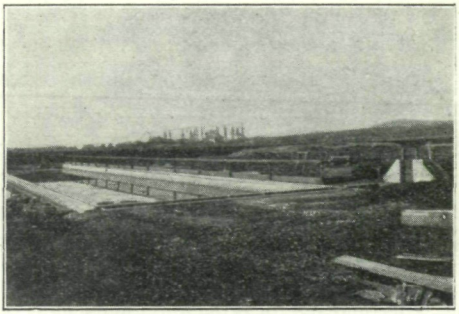


Fig. 3. Faulraum der Kläranlage von Baden.

2. chemische — Bildung von Doppelverbindungen mit Metalloxyden und die Oxydation der Sulfide;
3. biologische.

Zwei andere Forscher, Dr. W. Biltz und Dr. O. Kröhnke,[1]) beschäftigten sich gleichfalls eingehend mit dem Studium der Wirkungsweise der Filter und be-

[1]) Ges.-Ing. 1907, 21.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



trachten die biologische Abwasserreinigung als „einen Vorgang, bei welchem primär die kolloidale, fäulnisfähige Substanz durch Adsorption an ebenfalls kolloidale Substrate gebunden wird, als welche sich wegen ihrer Beschaffenheit und Regenerationsfähigkeit Mikroorganismen besonders gut eignen.

Das Wesen des jetzt erörterten Verfahrens besteht somit in einer Verbindung zweier Prozesse, der anaëroben

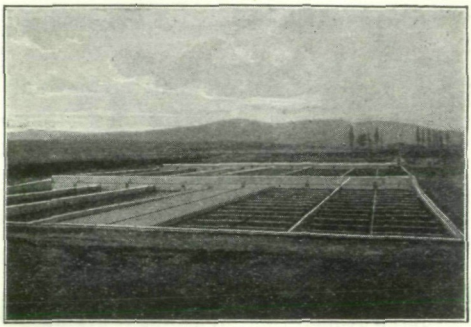


Fig. 4. Gesamtansicht der Badener Kläranlage.

Zersetzung der fäulnisfähigen Stoffe und des aëroben Abbaues zu unschädlichen, fäulnisunfähigen Produkten, die im Vorfluter keine störenden Erscheinungen zeitigen können. Als Muster einer solchen Anlage möge die der Stadt Baden bei Wien vorgeführt werden,[1]) welche im

[1]) Th. Hofer, Die Wasserleitung und die Kanalisierung der Stadt Baden bei Wien.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Jahre 1902 dem Betriebe übergeben wurde. Die Abwässer der genannten Stadt gelangen nach Passierung einer Rechenkammer, in der Holz, Papier, Lumpen u. dgl. zurückgehalten werden, in einen Faulraum, in dem die festen Bestandteile infolge der stark verminderten Geschwindigkeit je nach dem spezifischen Gewichte sich am Boden oder an der Oberfläche sammeln. Durch die eintretende faulige Gärung werden die Schwebestoffe in der vorhin geschilderten Art zum Teile verflüssigt. Die von suspendierten Stoffen freie ammoniakhältige Jauche wird nun in die primären Oxydationskörper abgelassen, in denen sie zwei Stunden verweilt, hierauf auf die sekundären Filter gebracht. Die aus diesen ablaufenden Klärwässer können infolge ihres Reinheitsgrades unbedenklich in den Vorfluter abgelassen werden. (Fig. 3 u. 4.)

In Deutschland, wo heute über 100 solcher Anlagen in Verwendung stehen, wurde im Jahre 1901 in Grunewald eine Versuchsanlage zu Studienzwecken geschaffen, deren Anlage und Wirkungswert aus den vorgeführten Bildern ersichtlich ist.[1])

Diese Anlage bestand aus einem Faulraume, zwei primären und einem sekundären Filter. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, ging der Gehalt an Ammoniakstickstoff von 30—40 *mg* auf 0—0·7 *mg* pro Liter, der Permanganatverbrauch von 147—126 *mg* auf 22—18 *mg* zurück. Mit der Abnahme an Ammoniakstickstoff trat eine entsprechende Zunahme an Salpeter und salpetriger Säure auf.

---

[1]) Das Wasser, 1902, S. 327.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die nachfolgend vorgeführten Lichtbilder zeigen wichtige Vertreter der vielen Oxydationsanlagen Englands, so die von Manchester, Croydon und Hampton (dreifache Oxydationskörper).

Die bisher besprochenen Oxydationsanlagen haben den Nachteil, daß nur eine periodische Beschickung möglich ist. Das Streben der Technikerschaft geht stets dahin, einen Prozeß so zu gestalten, daß ein ununterbrochener Betrieb möglich ist. Wieder kam aus England die erste Kunde, daß Versuche, den Prozeß der Reinigung städtischer Abwässer durch künstliche Oxydationsanlagen vom periodischen in den kontinuierlichen überzuführen, recht befriedigende Ergebnisse gezeigt hätten. Dadurch war eine neue Methode der Reinigung, das Tropfkörperverfahren ins Leben gerufen, das einen raschen Aufschwung nahm. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht darin, die Abwässer in so fein verteiltem Zustand auf Oxydationskörper zu bringen, daß sie stets mit Luft in Berührung stehen.

In Accrington[1]) ist z. B. eine solche Reinigungsanlage von Whittaker und Bryant aufgestellt worden, die aus polygonalen Behältern von 18·3 *m* Durchmesser besteht, welche in der Mitte einen Durchlüftungsschacht besitzen. Die Abwässer werden durch Sprinkler zur Verteilung gebracht und können täglich 1·5 $m^3$ pro 1 $m^2$ Filterfläche gereinigt werden. In Reigate, Chester, Wealdstone

---

[1]) Dr. O. Kröhnke, Über durchlaufend betriebene Oxydationskörper. Leipzig 1903, S. 28.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



und anderen Städten sind Anlagen nach dem System Candy errichtet worden. Die Schlacken der Filter sind mit Carboferrit (Polarit), das aus Spateisenstein und Kohle erzeugt wird, überzogen, wodurch katalytische Wirkungen erzielt werden und die Oxydation der organischen Stoffe

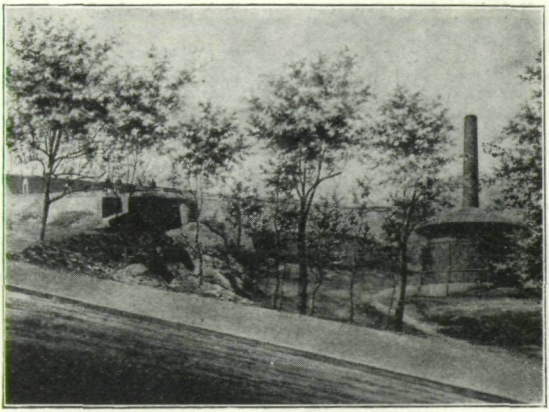


Fig. 5. Tropfkörperanlage von Naumburg.

schneller erfolgt. (Siehe Anlage Mödling.) Die Zusammensetzung dieses Carboferrits ist nach Roscoë[1])

| | |
|---|---|
| $Fe_2O_3$ . . . . . | 53·85 |
| $Al_2O_3$ . . . . . | 5·68 |
| $CaO$ . . . . . | 2·01 |
| $MgO$ . . . . . | 7·55 |

[1]) Ebenda S. 33.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



$SiO_2$ . . . . . 25·50
$C$ . . . . . 5·41

Scott Moncrieffs Anlagen[1]) bestehen aus einzelnen übereinander stehenden Gefäßen, die mit Kohlenklein gefüllt sind. Ein eigens ersonnener Kippverteiler bringt die vorgefaulte Jauche auf diesen Etagenreiniger. (Die nun vorgeführten Lichtbilder zeigen Tropfkörper und Verteiler aus Reigate, Birmingham, Accrington, Salford und Derby.) Fig. 5 zeigt eine Tropfkörperanlage mit Faulraum, erbaut von der österr. Abwasserreinigungsgesellschaft, System Dittler in Naumburg.

In Deutschland haben die durchlaufend betriebenen Oxydationsverfahren ebenfalls schon Eingang gefunden, wovon die Bilder der Anlagen von Wilmersdorf Zeugnis geben.

Seit einigen Jahren werden von der Stadt Leipzig Studien an Oxydationsverfahren nach dem Tropfsysteme gemacht. Die nachfolgende Tabelle[2]) gibt ein Bild über die Reinigungseffekte, welche mit den fünf Versuchskörpern erzielt wurden.

Tabelle 1 gibt die Oxydierbarkeit des Klärwassers in Milligramm-Kaliumpermanganat, beziehungsweise die Abnahme dieser in Prozent bezogen auf Rohwasser.

Tabelle 2 nennt die jeweils vorhandenen Mengen von $NH_3$ und $HNO_3$ und die Abnahme von $NH_3$ in Prozenten.

---

[1]) Ebenda S. 36.
[2]) Verwaltungsbericht der Stadt Leipzig 1906.

## Tabelle I.

Oxydierbarkeit roher und gereinigter Abwasserproben und deren Abnahme.

| Datum | Rohwasser | Vorgereinigtes Wasser | | Abfluß aus Tropfkörper | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Nr. 1 | | Nr. 2 | | Nr. 3 | | Nr. 4 | | Nr. 5 | |
| | *mg* | *mg* | % | *mg* | % | *mg* | % | *mg* | % | *mg* | % | *mg* | % |
| 1905 | | | | | | | | | | | | | |
| 1./9. | 168,8 | 149,4 | 11,5 | 45,5 | 73,1 | 42,2 | 75,0 | 42,2 | 75,0 | 63,3 | 62,7 | — | — |
| 15./9. | 219,9 | 117,6 | 46,6 | 46,5 | 78,9 | 52,7 | 76,1 | 49,6 | 77,5 | 38,7 | 82,4 | — | — |
| 1./10. | 77,89 | 77,89 | — | 50,32 | 35,4 | 32,45 | 58,3 | 35,69 | 54,2 | 37,32 | 52,1 | — | — |
| 1./11. | 194,8 | 129,9 | 33,3 | 90,9 | 53,3 | 89,3 | 54,2 | 86,0 | 55,8 | 68,2 | 65,0 | — | — |
| 1906 | | | | | | | | | | | | | |
| 14./2. | 238,0 | 224,5 | 5,7 | 83,2 | 65,0 | 122,2 | 48,6 | 130,0 | 44,5 | 142,5 | 40,2 | — | — |
| 31./8. | 140,3 | 137,2 | 2,2 | 60,8 | 56,7 | 65,5 | 53,3 | 70,1 | 50,0 | 57,7 | 58,9 | 87,3 | 38,0 |
| 18./10. | 178,9 | 157,7 | 1,79 | 69,1 | 61,4 | 76,9 | 57,0 | 73,8 | 60,1 | 75,3 | 57,9 | 97,3 | 45,6 |

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

# Tabelle 2.

## Ammoniakgehalt und dessen Abnahme sowie Salpetersäuregehalt roher und gereinigter Abwasserproben.

| Datum | Rohwasser | | Vorgereinigtes Wasser | | Abfluß aus Tropfkörper | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Nr. 1 | | | Nr. 2 | | | Nr. 3 | | | Nr. 4 | | | Nr. 5 | | |
| | Ammoniak | Salpetersäure | Ammoniak | Salpetersäure | Ammoniak | | Salpetersäure | Ammoniak | | Salpetersäure | Ammoniak | | Salpetersäure | Ammoniak | | Salpetersäure | Ammoniak | | Salpetersäure |
| | mg | mg | mg | mg | mg | % | mg | mg | % | mg | mg | % | mg | mg | % | mg | mg | % | mg |
| 1905 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1./9. | 13,4 | 0 | 23,8 | 0 | 2,75 | 72,0 | 54,4 | 3,25 | 75.7 | 60 | 4,0 | 70,1 | 54,4 | 5,0 | 62,7 | 48,0 | — | — | — |
| 15./9. | 8,75 | Spuren | 8,5 | Spuren | 1,37 | 84,4 | 48,6 | 1,00 | 88,6 | 52,7 | 1,87 | 79,9 | 54,0 | 1,7 | 80,6 | 51,0 | — | — | — |
| 1./10. | 15,4 | „ | 16,5 | „ | 5,25 | 65,9 | 43,8 | 4,5 | 70,8 | 43,8 | 6,0 | 61,0 | 44,4 | 7,5 | 51,3 | 45,0 | — | — | — |
| 1./11. | 55,5 | 0 | 49,0 | 0 | 23,2 | 58,2 | 125,0 | 29,4 | 47,0 | 93,0 | 28,6 | 48,5 | 86,0 | 20,8 | 62,5 | 133,0 | — | — | — |
| 1906 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14./2. | 60,0 | 0 | 60,0 | 0 | 18,75 | 68,8 | 58,8 | 21,25 | 64,6 | 47,1 | 25,65 | 57,3 | 44,6 | 29,44 | 50,9 | 40,0 | — | — | — |
| 31./8. | 33,2 | 0 | 32,0 | 0 | 5,4 | 83,7 | 59,6 | 6,3 | 81,0 | 51,8 | 11,4 | 65,7 | 28,0 | 5,0 | 84,9 | 50,0 | 14,6 | 56,0 | 20,0 |
| 18./10. | 25,0 | 0 | 27,7 | 0 | 10,0 | 60,0 | 32,8 | 9,0 | 64,0 | 29,6 | 11,9 | 52,4 | 32,0 | 8,7 | 65,2 | 35,2 | 14,2 | 43,2 | 15,2 |

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Außer den bisher besprochenen Reinigungsmethoden gibt es noch solche, die sich des elektrischen Stromes bedienen. Sie beruhen teils auf Elektrolyse von Chloriden, somit Bildung von *Cl*, ferner auf der oxydierenden Wirkung des entstehenden Ozons und Superoxydes oder auf der fällenden Wirkung chemischer Verbindungen, die mit Hilfe elektrischer Ströme erzeugt werden. Nach Webster, Woolf, Hermite elektrolysiert man Meerwasser und setzte dieses den Kanalwässern zu. Abraham und Marmier wenden ihr Verfahren zur Reinigung von Trinkwasser durch Ozon auf die Reinigung von Abwässern an. Keine dieser Methoden soll sich jedoch bewähren. Mit den Abwässern geht viel Kapital in die Flußläufe ab. Sir Walter Ramsay[1]) hat auf dem im Jahre 1906 zu Rom stattgefundenen Kongresse erklärt, daß bei einer Bevölkerung von 100.000 Personen täglich 1750 *kg* Stickstoffverbindungen abgehen, die einem Werte von 3500 Franken, beziehungsweise pro Jahr $1^1/_4$ Millionen Franken entsprechen. Dies würde z. B. in Wien einem Verluste von ca. 24 Millionen Kronen entsprechen. An eine Nutzbarmachung dieser Abgänge ist wohl nicht zu denken, wenngleich seinerzeit Pläne, die Kanalwässer dem Marchfelde zuzuführen, viel von sich sprechen machten.

Beim Berieselungsverfahren können die durch den Oxydationsprozeß erzeugten Mineralstoffe durch sachgemäße Bewirtschaftung ausgenützt und dadurch die Betriebskosten der Stadtgemeinde verringert werden.

---

[1]) Chemikerzeitung 1906.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Die Rieselgüter Berlins z. B. hatten mit geringen Ausnahmen in den Jahren 1884 bis 1899 fast alljährlich sogar Erträgnisüberschüsse ergeben, so daß wenigstens eine geringe Verzinsung des in diesen Rieselfeldern steckenden Anlagekapitales erzielt wurde.

Ein Teil der Mineralstoffe geht stets in das Drainwasser über. Dadurch wird in den Vorflutern eine reiche Flora von Wasserpflanzen gezüchtet, die von zahllosen kleinen Wassertierchen bevölkert sind, welche ein gutes Nahrungsmittel für Fische abgeben. Man hat deshalb Versuche gemacht, die Drainwässer in Teiche zu leiten und darinnen Fische planmäßig zu züchten, so z. B. in Malchow und Blankenburg.

Der Klärschlamm, welcher sich in den Absitzbecken sammelt, wird oftmals als Dünger angeboten. Der Dungwert ist jedoch mitunter recht gering, wie die Analyse des Kalkschlammes von Leicester beweist, der enthielt:

| | |
|---|---|
| Unorganische Stoffe . . . | 37·45 % |
| Organische Stoffe . . . . | 62·59 „ |
| $C$ . . . . . | 18·86 „ |
| $P_2O_5$ . . . . . | 0·15 „ |
| Gesamtstickstoff . . . . | 0·85 „ |
| $NH_3$ . . . . . | 0·09 „ |

Da man den Schlamm nur schwer als Düngemittel verwenden konnte, hat man Versuche gemacht, das in den Abfällen stets vorhandene Fett und die Fettsäuren der Seifen zu gewinnen. Untersuchungen[1]) haben er-

[1]) Fischer, S. 264.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



geben, daß der Bodenschlamm 3·31—26·79 % Gesamtfettgehalt enthielt und in der Schwimmdecke sogar gegen 80·29 % Fett nachweisbar waren.

Die Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Beck und Henkel hat vor wenigen Jahren in Kassel eine Anlage errichtet, welche die Wiedergewinnung von Fett aus den Abwässern der Stadt Kassel nach dem Verfahren von Degener bezweckt. Das durch Extraktion gewonnene Fett wurde auf Stearin und Ölsäure verarbeitet sowie zur Seifenbereitung verwendet. Der entfettete Rückstand soll von den Landwirten gerne als Dünger übernommen worden sein. Die Anlage wird heute nicht mehr betrieben.

Die Stadt Bradford[1]) hat eine größere Reinigungsanlage in Frizzinghall gebaut. Der Schlamm der Sedimentierbecken — täglich 400 Tonnen — enthält infolge der vielen Fabriksabläufe sehr viel Fett. Zur Gewinnung dieses Fettes wird der Klärschlamm durch 35 geheizte Filterpressen durchgedrückt, das Fett vom Wasser durch Absitzenlassen getrennt, gereinigt und verkauft. Die im Jahre 1905 dadurch erzielte Einnahme der Stadt belief sich auf 120.000 M. Da die Preßrückstände ihres Fettgehaltes halber nicht zur Düngung taugen, werden sie, mit Kohle gemischt, zur Heizung von Kesseln verwendet und dadurch Brennmaterial erspart. Über die Betriebskosten wurde nichts mitgeteilt.

---

[1]) Dr. Emerich Forbát, Ges.-Ing. 1906, 7. Abwasserreinigung und Kehrichtbeseitigung der Stadt Bradford in England.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



Vielfach wurde versucht, den Schlamm direkt als Heizmaterial (besonders beim Kohlebreiverfahren) zu verwenden oder man vergaste die Masse, um brennbare Produkte zu erhalten. Dr. Bujard hat in Frankfurt in den Jahren 1902—1903 solche Versuche ausgeführt und Gasgemische erhalten von nachfolgender Zusammensetzung:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ . . . . . | 15·0 | Vol.-% | 17·2 | Vol.-% |
| Schwere Kohlenwasserstoffe | 6·8 | „ | 4·8 | „ |
| $CO$ . . . . . | 21·8 | „ | 23·8 | „ |
| $CH_4$ . . . . . | 16·6 | „ | 9·8 | „ |
| $H$ . . . . . | 30·8 | „ | 40·7 | „ |
| $N$ . . . . . | 9·0 | „ | 3·7 | „ |
| Nutzbarer Heizwert pro $m^3$ | 4038—4073 $WE$ | | 3620—3630 $WE$ | |
| Leuchtkraft . . | 4·2—5·3 $HK$ | | 1·5—1·7 $HK$ | |

Es gibt freilich noch viele Ratschläge, die eine Umsetzung der in den Abwässern liegenden Werte in klingende Münze betreffen, allein es würde zu weit führen, alle diese Methoden einer Besprechung zu unterziehen.

Ich glaube, Ihnen heute einen genügend tiefen Einblick in das vielen so wenig bekannte Gebiet der Reinigung und Verwertung städtischer Abwässer verschafft zu haben, in ein Gebiet, das uns lehrt, daß unser Weltall ein fortwährender Wechsel von Aufbau und Zerstörung beherrscht, urewig und nach unverrückbaren Gesetzen. Der Mensch als das höchstentwickelte Lebe-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at



wesen, sonst stets in hartem Kampfe mit den Milliarden kleinster, arbeitszäher Bakterien, er hat es verstanden, sich die feindlichen Scharen in weitgehendster Weise nutzbar zu machen. Und damit hat er den Weg betreten, der zur Wiedergewinnung der großen Werte führen soll, die mit den Abwässern den Siedlungen der Menschen entzogen werden. Wenn auch die Erfolge solchen Strebens bisher nur gering waren, Arbeitsfreude und ernstes Wollen werden auch hier zum Ziele führen.

---

Den Stadtvorständen von Baden und Mödling bei Wien und Herrn Dr. Robert Fischer spreche ich für die liebenswürdige Überlassung vieler Bilder den besten Dank aus.

---

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 48

Autor(en)/Author(s): Renezeder

Artikel/Article: Einiges aus dem Kreislauf der Materie: Reinigung und Verwertung städtischer Abwässer. 75-116