

zwischen Lösung und Bazillen" betreffen, schließen sich, wie Arrhenius¹⁴⁾ fand, der Formel

$$\frac{c_{\text{ads.}}}{c_{\text{frei}}} = K$$

innerhalb der Versuchsfehler völlig an. Daß sogar der Exponent n auch hier 1,5 ist, beruht wohl auf einem zufälligen Zusammentreffen.

Adsorption von Typhusagglutinin durch Typhusbazillen.

$c_{\text{ads.}}$	c_{frei} beob.	c_{frei} ber.
2	0	0,02
20	0	0,7
40	0	2,1
180	20	20
340	60	53
1 500	500	478
6 500	3500	3890
11 000	9000	9160

Wir betrachten demnach 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.

Die Versuchskläranlage der Stadt Aachen.

Vortrag gehalten im Bezirksverein Aachen am 3./7. 1906.

Von Stadtchemiker Dr. SCHUMACHER, Aachen.

(Eingeg. d. 18./3. 1907.)

Die Versuchskläranlage der Stadt Aachen, in welcher das biologische Verfahren zur Anwendung gelangt, wurde seitens des städtischen Tiefbauamtes unter Leitung des Stadtbaurates von Montigny im Nordosten der Stadt in der Nähe des Wurmbaches erbaut. In unmittelbarer Nähe derselben führt der Hauptsammelkanal vorbei, welcher die Abwässer der Stadt dem Wurmbache zuführt. Das Abwasser wird mit natürlichem Gefälle durch einen besonderen Kanal, welcher von dem Hauptsammelkanal abzweigt, der Kläranlage zugeführt und passiert zuerst einen Sandfang. Von diesem leiten zwei getrennte Kanäle das Abwasser zu den Faulbecken, letztere besitzen bei einer Breite von je 13 m und einer Länge von je 20 m, sowie einer durchschnittlichen Wassertiefe von 1,45 m einen Inhalt von je 375 cbm; sie sind nebeneinander geschaltet und werden ohne Unterbrechung betrieben. Das dem Hauptsammelkanal entnommene Wasser läßt in dem Sandfange die schwereren Mineralbestandteile, sowie Sink- und Schwebestoffe zurück und durchströmt mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,5 mm in der Sekunde die Faulräume. Die

bei dieser geringen Bewegung sich absetzenden Schlammassen geraten in den Faulbecken in Fäulnis, Gasblasen und Schlammkuchen steigen auf und bilden eine Schlammdecke, welche nur bei heftigem Wind oder starkem Regen zerstört, bald aber wieder erneuert wird. Von den Faulbecken aus werden die Abwässer den Filtern oder Oxydationskörpern zugeführt. Die Anlage besitzt sechs der letzteren, und zwar zwei einstufige und zwei zweistufige Füllkörper, sowie zwei sog. Tropffilter. Durch die an die Faulbecken anschließenden Abflußrinnen kann das Abwasser je nach der Benutzung der verschiedenen Schützen den einzelnen Klärbecken oder Filtern zugeführt werden. Von den einstufigen Füllkörpern, von je 125 cbm Inhalt ist einer mit Gaskoks von 3—8 mm Korngröße, der andere mit Kesselschlacke von 8—25 mm Korngröße gefüllt. Die zweistufigen Füllkörper bestehen aus Ober- und Unterstufe, welche zusammen den gleichen Inhalt wie die einstufigen Filter besitzen; das Füllmaterial ist das gleiche wie bei den einstufigen Filtern. Das Abwasser wird auf die Füllkörper durch dreieckige Holzzinnen mit seitlichen Ausschnitten aufgeleitet und verteilt. Die Füllung der Körper findet innerhalb 24 Stunden dreimal statt. Das Auffließen des Wassers, das Stehen desselben im Füllkörper, das Abfließen, sowie das nachherige Belüften des Filters erfordert je zwei Stunden, so daß die Betriebsdauer für jedesmalige Füllung des Filters acht Stunden beträgt. Bei den doppelstufigen Filtern beträgt die Betriebsdauer der oberen Stufe ebenfalls acht Stunden, die der Unterstufe, welche nur den halben Körperinhalt wie die Oberstufe besitzt, nur 4 Stunden. Die Tropffilter sind in zwei verschiedenen Ausführungen gebaut worden. Eine derselben wurde ähnlich den Yorkfiltern aus durchbrochenem Mauerwerk in achteckigen Behältern hergestellt, mit einer nach der Mitte zu abfallenden und mit Schlammfang versehenen Sohle. Das Filtermaterial ruht auf einem Rost von Eisenstäben, welche auf T-Trägern aufliegen. Der von der Sohle erhöhte Filterboden, sowie die durchbrochenen Seitenwände des Filters bewirken eine gründliche Durchlüftung des Filtermaterials. Die Hälfte des Filters ist mit Koks, die andere mit Schlacken von 25—60 mm Korngröße gefüllt. Der zweite Füllkörper mit 100 cbm nutzbarem Inhalt besitzt eine auf einem System hoch und flachkantig aufgestellter Ziegelsteine aufgebaute, durchbrochene Sohle, auf dieser ist das Filtermaterial in gleicher Korngröße wie bei dem ersten Tropffilter aufgebaut. Mehrere durch das ganze Filter durchgehende und sich kreuzende Drainröhren sichern, ebenfalls wie das Füllmaterial, eine ausgiebige Durchlüftung des Filters. Die Abwasserzuleitung erfolgt bei den Tropfkörpern durch Holzkandel nach einem in der Mitte des Filters aufgestellten, aus Zinkblech angefertigten Verteilungskasten, welcher die Verteilung des Abwassers aus 4 Öffnungen durch ein aus feiner Asche hergestelltes Rinnensystem ermöglicht. Zwischen den Rinnen tritt das grobe Material der Körper überall zutage, so daß auch an der Oberfläche des Tropfkörpers ungehindert die Luft Zutritt findet. Die Ascherinnen, welche sich bald mit einer dünnen Schlammhaut überziehen, lassen das Abwasser von Schlacke zu Schlacke bis zur Sohle tropfen, von welcher es

¹⁴⁾ Arrhenius, Immunochemie. Leipzig 1907, 94. Die Auffassung, die Arrhenius von der Gültigkeit dieser Formel hegt, ist allerdings ganz anders, als die hier vertretene.

dann in einen Sammelschacht abgeführt wird. Alle zwei bis drei Wochen werden die Verteilungsrinnen aufgeharkt und etwa alle sechs Monate erneuert.

Die Aufnahmefähigkeit der Füllkörper beträgt nach längerem Betriebe etwa 30% und kann die durchschnittliche Menge des auf 1 cbm Filtermaterial gereinigten Abwassers bei den einstufigen Filtern auf 1 cbm. Abwasser, bei den zweistufigen auf 0,66 cbm, bei den Tropfkörpern auf 1½ cbm pro Tag berechnet werden.

Der Betrieb der Versuchsanlage, welche nunmehr fast 2½ Jahre besteht, wurde nur durch Hochfluten wenige Tage unterbrochen und durch mehr als 2000 Untersuchungen des Abwassers im Chemischen Untersuchungsamte der Stadt Aachen eingehend geprüft. Die Untersuchung erstreckte sich außer auf die qualitative Prüfung von Schwefel-

wasserstoff, salpetriger Säure und Salpetersäure, auch auf die quantitative Bestimmung des Ammoniakgehaltes, des Gehaltes an Gesamtstickstoff und organischem Stickstoff, sowie auf den Verbrauch an Kaliumpermanganat. In vielen Fällen wurden auch die Gesamtschwebstoffe, sowie die Menge der organischen und anorganischen Teile derselben bestimmt.

Das Rohwasser zeigte im Durchschnitt einen Gehalt von 800 mg suspendierter Stoffe, während der Gehalt an löslichen Stoffen etwa 1200 mg im Abwasser beträgt. Im Mittel von 68 im Jahre 1903 ausgeführten Untersuchungen betrug der Gehalt des Rohwassers an Ammoniak 39,9 mg, an Gesamtstickstoff 61,7 mg, an organischem Stickstoff 27,2 mg; der Verbrauch an KMnO_4 217 mg pro Liter. Dagegen betrug das Jahresmittel von

250 Proben Faulraumabwasser	an NH_3	Ges. N,	Org. N,	KMnO_4
42 „ Filter Va	52,3	52,2	9,4	157,0
40 „ Filter Vb	13,8	15,9	4,4	47,8
65 „ Tropffilter A. Koks	17,6	20,3	5,1	54,4
25 „ Tropffilter A. Kreien	14,8	13,4	3,4	48,4
102 „ Tropffilter B	14,7	14,3	1,7	46,7
	25,6	26,4	5,6	68,9

Der prozentige Reinigungseffekt obiger Filter berechnet sich hiernach bei dem Abwasser des

	an NH_3 von
Faulraumes auf eine Zunahme	31%
Filters Va auf eine Abnahme	66%
Filters Vb auf eine Abnahme	56%
Tropffilters A Koks auf eine Abnahme	62%
Tropffilters A. Kreien auf eine Abnahme	65%
Tropffilters B auf eine Abnahme	37%
	an Ges. N von
Faulraumes auf eine Abnahme	17%
Filters Va auf eine Abnahme	75%
Filters Vb auf eine Abnahme	68%
Tropffilters A. Koks auf eine Abnahme	79%
Tropffilters A. Kreien auf eine Abnahme	77%
Tropffilters B auf eine Abnahme	57%
	an Org. N. von
Faulraumes auf eine Abnahme	64,7%
Filters Va auf eine Abnahme	83,9%
Filters Vb auf eine Abnahme	81,1%
Tropffilters A. Koks auf eine Abnahme	87,5%
Tropffilters A. Kreien auf eine Abnahme	93,8%
Tropffilters B auf eine Abnahme	79,5%
	an KMnO_4 von
Faulraumes auf eine Abnahme	27,7%
Filters Va auf eine Abnahme	78,0%
Filters Vb auf eine Abnahme	75,0%
Tropffilters A. Koks auf eine Abnahme	77,7%
Tropffilters A. Kreien auf eine Abnahme	78,6%
Tropffilters B auf eine Abnahme	68,3%

Von den gereinigten Abwässern werden außer den für die chemische Untersuchung erforderlichen Proben täglich Proben entnommen, welche je in einer geschlossenen und einer offenen Flasche mindestens 10 Tage, teilweise monatelang aufbewahrt und auf Fäulnisfähigkeit hin beobachtet werden.

Ausnahmslos haben sich die gereinigten Abwässer als nicht mehr fäulnisfähig erwiesen, und ihre Oxydierbarkeit nahm nach kurzer oder längerer Aufbewahrung entsprechend ab. Die gereinigten Wässer insbesondere auch die der Tropffilter sind durchweg klar oder von höchstens schwach opaler Färbung, welche stets nach einem Tage verschwindet; sie sind geruchlos oder weisen höchstens einen schwach erdigen Geruch auf. Das Rohwasser wird in den Faulbecken sehr gut für die biologische Reinigung in den Oxydationsbecken vorbereitet, die suspendierten Stoffe desselben, von denen ca. 90% in den Faulbecken bleiben, erleiden dort eine Verminderung von ca. 50% und liefern einen Schlamm, welcher leicht austrocknet, ohne einen unangenehmen Geruch zu verbreiten, ohne Belästigung für die Nachbarschaft gelagert werden kann und einen guten Dünger, insbesondere für Wiesen, bildet.

Die Tropffilter zeigen bei nahezu gleichem Reinigungserfolge eine um etwa 50% erhöhte Leistungsfähigkeit gegenüber den geschlossenen Füllkörpern, die Anlagekosten derselben, namentlich des Tropffilters B, sind wesentlich geringer, so daß die Ausführung dieser Filter aus wirtschaftlichen Gründen bei weitem vorzuziehen ist.

Rechte der Angestellten und Arbeiter an den Erfindungen ihres Etablissements¹⁾.

Von Rechtsanwalt Dr. H. JACOBSON.

(Eingeg. d. 25./I. 1907.)

Eine wissenschaftliche Arbeit, die auch der Andersdenkende mit Freuden begrüßt, und deren Vorzüge er bereitwillig anerkennt, muß zweifellos

¹⁾ Auf dem letzten Juristentage wurde die äußerst interessante Frage erörtert, ob Erfindungen,