

179. — 1910. Nr. 934 770. Hall: Alkalische Phlobaphenelösung. (Gerbmehllösung).
180. — 1910. Nr. 939 273. Woodblight & Later: Ferriarseniat, Calciumarseniat oder Kupfer oder Natriumarseniat und Calcium-, Natrium-, Kalium- oder Kupferhydroxyd und Natriumsulfid als Wasserlösung.
181. — 1910. Nr. 974 962. Hartmann & Schwerdtner: D. R. P.
182. — 1911. Nr. 1 001 657. Long: Kochsalz, Calciumsulfat, Zinksulfat und Eisensulfat in Wasser.
183. — 1912. Nr. 1 022 064. Curtis: Natriumcarbonat und Natriumsilicat zusammenschmelzen und in Wasser lösen und mit Chlor behandeln. Dieses gibt antiseptische Lösung.
184. — 1911. Nr. 1 025 628. Illingworth: Holz nach dem Einschnitt in Kalkwasser einlaugen und später mit ungelöschem Kalk bedecken.

#### Britisch Indien.

185. — 1861. Nr. 70. Jackson: Verfahren gegen Faulen.

#### Vorschläge aus der Literatur.

186. — 100 n. Chr. Palladius und andere: Seesalz.
187. — 1730. Baster: Arsen- und Quecksilbersalze.
188. — 1768. Constable (nach Knowles): Anstrich mit Pulver von Arsenkies in Wasser.
189. — 1798. White (nach Knowles): Kalkwasserversuch mit dem Schiff Ametyst 1799—1809 zeigte, daß der Anstrich zwecklos war.
190. — 1815. Chapman: Tränken mit Kalkwasser.
191. — 1823. Kyan: Sublimat.
192. — 1826. Newmarch: Leinöl, Eisensulfat, Grünspan, Arsenik und Alaun.
193. — 1828. Marsh (Franklins Journal): Gelöschter Kalk mit Fischtran nach dem Vorschlage eines spanischen Kapitäns 1804.
- 1831—1838. Breant.
194. — 1835. Monteith (nach Paulet): Kalkwasser.
195. — 1837. Granville: Mutterlauge von Salinen.
196. — 1838. Bethell: nennt bei seinen Versuchen und in den ersten Patentschriften eine Reihe von Chloriden, Sulfaten und anderen Salzen.
197. — 1838. Boucherie: Wie Bethell.
198. — 1839. Charpentier (nach Paulet): Eisenvitriol und Alaun.
199. — 1841. Pons (nach Paulet): Eisennitrat, Salpeter, Alaun und Ferrocyanalkium.
200. — 1841. Bourdon (nach Paulet): Abkochung von Eichenlohe.
201. — 1841. Münzing (nach Paulet): Manganvitriol.
202. — 1844. Burkes (nach Reichenbach): Wasserglas und Eisenvitriol.
203. — 1847. Fournier-Caillet: Kohlensäurer Kalk in Wasser mit Kohlensäure oder Mangansulfat.
204. — 1852. Rabe und Grabener (Zeitschr. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 124 [1852]): Glanzruß.
205. — 1853. Bischoff (Z. d. österr. Ing. u. Arch. Ver.): Schwefelbarium.
206. — 1868. Dingl. Journ.: Klippesches Mittel (Zusammensetzung unbekannt).
207. — 1868. Bee (nach Heinzerling): Borax.
208. — 1875. Justs Jahresberichte: Sodakalk.
209. — 1876. Leube, Pol. Notizblatt: Kreosozon, das ist 4%ige Schwefelsäurelösung.

#### Bücher:

- Britton: Dry rot in timber. 1875.  
Buresch: Der Schutz des Holzes. 1880.  
Falck: Hausschwammforschungen, Heft 6. Die Meruliusfäule des Bauholzes. 1912.  
Heinzerling: Die Konservierung des Holzes.  
Malenkowicz: Die Holzkonservierung im Hochbau. Wien 1907.  
Malenkowicz: Bestimmung der wachstumshemmenden Dosis. Österr. Chem.-Ztg. 1902.  
Paulet: Traité de la conservation du bois. 1870. [A. 66.]

## Etwas über Fäkalienkläranlagen für Fabriken.

Von Oberingenieur H. WINKELMANN.

(Eingeg. 27./5. 1915.)

Die Beseitigung der in gewerblichen Betrieben, Fabriken usw. sich ergebenden Klosett-Abwässer und Fäkalien ist oft mit Unannehmlichkeiten verbunden, da die betreffenden Aufsichtsbehörden bei einer beabsichtigten Erweiterung

der vorhandenen Anlagen meistens mit neuen und oft sehr erschwerenden Auflagen an die Unternehmer herantreten. In weitaus den meisten Fällen findet auch heute noch in Fabriken, welche keiner städtischen Kanalisation angeschlossen sind, keine eigentliche Beseitigung der Abwässer und Fäkalien statt; in der Regel werden diese in die unterhalb der betreffenden Klosettanlagen angeordneten Gruben geleitet, in welchen sich die festen Bestandteile durch Absitzen abscheiden, während die flüssigen Bestandteile durch ein Überlaufrohr in den natürlichen Vorfluter geleitet werden, ohne daß eine Neutralisierung oder Reinigung derselben für notwendig erachtet wird. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß eine derartige Maßnahme hygienisch nicht einwandfrei sein kann.

Im nachstehenden soll auf die biologische Abwasserklärung nach vorausgegangenem Faulverfahren sowie im Anschluß hieran auf diejenige Bauart derartiger Anlagen eingegangen werden, die sich besonders für Fabrikbetriebe bewährt hat. Nachdem die vorliegende Frage auch nach wissenschaftlicher Richtung hin von verschiedener Seite untersucht worden ist (so u. a. von Dunbar, Thumm, Bredtschneider), und auch eine amtliche Stelle, die Kgl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Berlin, sich ihrer angenommen hat, sind nunmehr genügend theoretische und praktische Grundlagen für die Errichtung und den Betrieb brauchbarer Fäkalienkläranlagen geschaffen worden. Die hier gewonnenen Erfahrungen sind zum Teil für die nachstehenden Ausführungen mit verwendet worden.

Bei den nach dem biologischen und vorangegangenen Faulverfahren gebauten Kläranlagen gelangen die Abwässer und Fäkalien in ein mehrteiliges, meistens aus Beton hergestelltes Becken von entsprechender Größe, in welches der Zufluß ununterbrochen erfolgt. Die sich in diesen einzelnen Faulbecken abscheidenden Schlammstoffe gehen hierbei in Fäulnis über. Die Ausräumung der Schlammstoffe muß von Zeit zu Zeit je nach Größe der Becken erfolgen, wenn die Wirkung der Anlage nachzulassen beginnt. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß auch mit dem Faulverfahren keine vollständige Verflüssigung der Fäkalien zu erreichen ist, wie dies irrümlicherweise von mancher Seite angenommen wird. Der Sedimentierungsprozeß spielt sich in den Faulkammern etwa wie folgt ab: Sobald die Sedimente in Fäulnis übergehen, setzt eine starke Sumpfgasgärung ein, welche den abgesetzten, faulenden Schlamm zeitweise in Form von Fladen nach oben treibt. Nach hierbei erfolgtem Gasaustritt sinken dann diese fauligen Stoffe wieder zu Boden, treiben je nach ihrer Zusammensetzung und nach Ablauf unbestimmter Zeit wiederholt nach oben und bilden dann eine mehr oder weniger starke und feste Schwimmdecke von oft lederartig zäher, oft auch wachsartiger Eigenschaft. Die Stärke dieser Schwimmdecke ist bedingt durch die Menge der erfolgten Luft- und Lichtzuführung; so haben z. B. erfahrungsgemäß Faulkammern mit abgewölbter Decke keine so feste Konsistenz wie offene Faulkammern. Andererseits findet man die stärksten Schwimmdecken in der Regel bei Anlagen, denen die Abwässer mit dem ganzen Gehalt der ungelösten Stoffe zugeführt werden. Die sich in den Faulkammern bildenden Gase, die nach Thumm vorwiegend aus Sumpfgas, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure und etwas Schwefelwasserstoff bestehen, sind brennbar und bilden mit Luft vermischte explosible Gase. Das Betreten der Faulkammern mit offenem Licht ist daher in hohem Grade gefährlich. Die Ausscheidung der ungelösten Stoffe mit Hilfe des Faulbeckenverfahrens sind nach Dunbar im Durchschnitt mit 60—70% und bei besonders sorgfältig bedienten Anlagen mit etwa 70% anzunehmen. Die Größe der Anlage richtet sich in der Hauptsache auch nach der Aufenthaltszeit der auszufaulenden Fäkalien in den Faulbecken. Thumm verlangt hierfür eine Aufenthaltszeit von etwa 24 Stunden und bei kleinen Abwassermengen das Andertalbis- bis Zweifache dieser Zeitdauer im Gegensatz zu Dunbar, welcher eine nur zwölfstündige Aufenthaltszeit für ausreichend erachtet und selbst in einzelnen Fällen mit nur sechsstündiger Absitzzeit gleiche Endergebnisse erzielt hat. So einleuchtend es nun wohl ohne weiteres ist, daß mit

der Größe der Faulbecken und der dadurch erzielten geringeren Durchlaufgeschwindigkeit das Ergebnis des Sedimentierungsprozesses günstiger beeinflußt wird, so hat andererseits die Praxis gezeigt, daß es in den seltensten Fällen möglich ist, die Klärgruben so groß zu beschaffen, daß in ihnen eine 24stündige Absitzzeit erreicht wird. Im allgemeinen und besonders auch für Neuanlagen genügt es daher, eine zwölfstündige Absitzzeit zugrunde zu legen.

In bezug auf Ausführungsform sollen die Faulanlagen stets mindestens zweiteilig, besser aber dreiteilig ausgeführt werden, wobei ihrer Größe nach die erste Kammer zweckmäßig um die Hälfte bis ein Drittel größer sein soll, als die zweite bzw. dritte Kammer. Es ist dies besonders wichtig für diejenigen Anlagen, welchen die sämtlichen Abgänge in ungelöstem Zustande zugeführt werden, und in welchen sich daher im ersten Faulbecken der größte Teil derselben ausscheidet, während im zweiten und dritten Faulbecken sich nur die aus dem ersten bzw. zweiten Becken mit hinübergerissenen, noch ungelösten Bestandteile abzuschcheiden brauchen. Die Überführung der Wassermengen aus einem Becken in das andere hat stets aus den mittleren Wasserschichten zu geschehen, damit weder die bereits aussedimentierten Bestandteile, noch Teile der Schwimmschicht mit hinübergeleitet werden. Für die zeitweise erforderliche Ausräumung des Schlammes sind bei Faulbecken mit massiven Decken in Abständen von mindestens 3 m, besser 2 m große Einsteigöffnungen von etwa 80 cm Seitenlänge mit gut dicht schließenden Eisendeckeln vorzusehen.

Werden an den Sedimentierungsvorgang besonders hohe Ansprüche gestellt, so kann die Faulbeckenanlage auch doppelt und nebeneinander liegend hergestellt werden. In diesem Falle wird sie wechselseitig in Betrieb genommen in der Weise, daß an einem Tage nur das eine System mit Abwasser und Fäkalien beschickt wird, während in dem zweiten System die Ausscheidung innerhalb 24 Stunden in vollständiger Ruhe vor sich gehen kann. Eine derartige Doppelanlage wird natürlich wesentlich teurer, auch dann noch, wenn jede Einzelanlage in ihren Abmessungen etwas kleiner gehalten wird. Andererseits sind aber bei Doppelanlagen die flüssigen Abgänge stets frei von ungelösten, festen Bestandteilen und tragen infolgedessen wesentlich zur Erzielung eines besseren Endergebnisses bei, besonders dann, wenn für die Nachbehandlung der aus den einzelnen Faulbecken tretenden Abwässer das künstliche biologische Tropfverfahren Anwendung findet. Die hierfür benutzten Tropfkörper werden um so weniger schnell verschlammte, je geklärt das in ihnen eintretende Abwasser ist.

Unter künstliche biologische Abwässerreinigungsanlagen fallen alle diejenigen Anlagen, in welchen die Abwässer mit einem aus künstlich aufgeschichteten und körnigen Materialien bestehenden Körper, dem sog. „biologischen Körper“ in Berührung gebracht werden. Je nachdem nun die Abwässer in einzelnen Strahlen oder Tropfen auf den Körper (Tropfkörper) gebracht werden und diesen ununterbrochen durchrieseln oder zeitweise den Körper vollständig unter Wasser setzen (Füllkörper) und dann nach Verlauf bestimmter Zeit wieder abgelassen werden, unterscheidet man das biologische Tropf- oder das biologische Füllverfahren. Das Prinzip der biologischen Nachbehandlung der vorher ausgefaulten Abwässer beruht auf der Erfahrung, daß in einem Becken, welches beispielsweise mit Schlackenstücken angefüllt ist, das Wasser nach Verlauf einiger Stunden der sog. stinkenden Fäulnis nicht mehr zugänglich ist und dafür Nitrate enthält, welche nachweislich vorher nicht in demselben vorhanden waren. Die nach dieser Richtung hin sehr eingehenden Versuche von Dunbar<sup>1)</sup> haben ergeben, daß der weitaus größte Teil der gelösten organischen Bestandteile des Abwassers an der Oberfläche der Schlackenkörper zunächst niedergeschlagen und dort festgehalten wird, und daß während des Vollstehens der Körper Zersetzungsprozesse sich nur in sehr geringem Maße abspielen, und zwar anscheinend nur in den vorher absorbierten, nicht

aber in den in freier Lösung befindlichen Substanzen. Da die Absorptionswirkungen sich aber nach wiederholten Füllungen erschöpfen, so ist ein dauerndes Funktionieren nur möglich, wenn den Absorptionskräften während des Leerstehens der Körper Gelegenheit gegeben wird, sich zu regenerieren. Hieraus geht bereits zur Genüge hervor, daß dem biologischen Füllverfahren zweifellos Mängel anhaften. Tatsächlich haben auch weitere sehr eingehende Versuche von Dunbar, Thumm u. a. bewiesen, daß mit dem nachstehend näher erläuterten biologischen Tropfverfahren weit bessere Ergebnisse zu erzielen sind.

Bei der biologischen Nachbehandlung der Abwässer mit Hilfe des Tropfverfahrens rieseln die Abwässer ununterbrochen auf den Tropfkörper, so daß derselbe niemals zeitweise vollständig unter Wasser steht, wie beim Füllverfahren. Hierdurch ist es auch der Luft möglich, ununterbrochen den aus grober Schlacke bestehenden Tropfkörper zu durchstreichen und einen fortgesetzten Gasaustausch zu bewirken, wodurch auch die Lebensbedingungen für die die Zersetzung der Fäkalien bewirkenden Mikroorganismen sich wesentlich günstiger gestalten als beim Füllverfahren.

Die Größe der Tropfkörper ist möglichst so zu bemessen, daß auf 1 cbm Abwasser für den Tag 2 cbm Material genommen werden. Für den Aufbau des als abgestumpfte Pyramide zu errichtenden Tropfkörpers verwendet man am besten Kesselrostschlacke oder Grubenkoks in Walnuß- oder Faustgröße. Besonders achte man darauf, daß die größeren Stücke nach unten zu liegen kommen, damit eine Verschlammung des Körpers solange wie möglich vermieden wird. Bei Verwendung von Kesselrostschlacke werden die Tropfkörper nach den Erfahrungen von Prof. Thumm zweckmäßig 1—1,5 m hoch gestapelt, während man mit Grubenkoks den Körper 2—3,5 m hoch errichten kann. Je nach der Korngröße und Höhe des Körpers muß die Wasserverteilung auf dem Körper eine feinere oder gröbere sein; dementsprechend verlangen Körper aus nur walnußgroßem Material und geringer Höhe eine feinere Berieselung als solche aus größerem Material mit entsprechend größerer Bauhöhe. Zur besseren Befestigung des nur lose aufgeschichteten Körpers ist derselbe ringsum mit einer stark durchbrochenen massiven Mauer umgeben, deren oberer Teil in etwa 40 cm Höhe als massiver Ring, also nicht durchbrochen auszuführen ist.

Für die Verteilung des Abwassers kommen für Fabrikanlagen fast nur gußeiserne, am besten emaillierte Kippinnen oder nicht bewegte Rinnen aus gleichem Material oder stark verzinktem Eisenblech in Betracht, welche die Abwässer gleichmäßig über den Kopf des ganzen Tropfkörpers zuführen. Es ist selbstverständlich sehr wichtig, daß die einzelnen kleinen Auslässe dieser Rinnen von Zeit zu Zeit kontrolliert und gründlich ausgespült werden, damit keine Verstopfungen auftreten können. Aus gleichem Grunde empfiehlt es sich, auch die Abwässer vor Berieselung des Körpers durch einen Sandfang gehen zu lassen, damit alle etwa noch vorhandenen ungelösten und schweren Stoffe zurückgehalten werden und zu Boden sinken können.

Der Reinigungsvorgang im Tropfkörper wird von Dunbar in seinem bereits erwähnten Werke über die Abwasserbeseitigungsfrage eingehend beschrieben. Das unten aus dem Tropfkörper heraustretende Abwasser wird bei genügender Größe und entsprechendem Aufbau der Anlage stets annähernd klar, farb- und geruchlos, sowie der stinkenden Fäulnis nicht mehr zugänglich austreten, so daß es ohne weiteres dem Vorfluter zugeführt werden kann. Werden besonders hohe Anforderungen an den Reinigungseffekt der Anlage gestellt, so werden die Abwässer in einzelnen Fällen auch einem ungefähr 0,25 cbm großen zweiten Filter zugeführt. Dieses Filter soll dann herausnehmbar angeordnet und täglich mit neuem Filtermaterial, am besten ebenfalls Schlacke oder Koks, versehen werden. Der Vorteil des biologischen Tropfverfahrens liegt hauptsächlich in der vollständig selbsttätigen Arbeit des Reinigungsvorganges, welcher eine Bedienung, wie beim Füllverfahren, nicht erforderlich macht.

[A. 59.]

<sup>1)</sup> Siehe Dunbar, Leitfaden der Abwässerreinigungsfrage. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin.