











Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Berlin S.W. 11, Dessauerstr. 14.

Sonderabzug aus Stück 23 der „Mitteilungen der D. L. G.“, 1905.

Augenblicklicher Stand  
der Abwasserreinigung  
nach dem sogenannten biologischen  
Verfahren.

Von

Dr. R. Thumm,

Wissenschaftlichem Mitgliede der königlichen Versuchs- und Prüfungsanstalt  
für Wasserversorgung und Abwärfbefreiung in Berlin.



Berlin 1905.

Druck von Haasenstein & Vogler A. G.

~~G. 55.~~  
~~87~~

xx  
666

G. 55.  
87

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298282



Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Berlin S.W. 11, Dessauerstr. 14.

Sonderabzug aus Stück 23 der „Mitteilungen der D. L. G.“, 1905.

---

Augenblicklicher Stand  
der Abwasserreinigung  
nach dem sogenannten biologischen  
Verfahren.

Von

Dr. R. Thumm,

Wissenschaftlichem Mitgliede der Königlichen Versuchs- und Prüfungsanstalt  
für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Berlin.

Berlin 1905.

Druck von Haasenstein & Vogler N. G.

Wydawnictwo Uniwersyteckiego Zakładu  
Księgarskiego im. J. J. Korczaka  
ul. Krakowska 118, 31-110 Kraków

Pracownia  
do badań nad  
biologią



31555

Akc. Nr. 2289/50



# Augenblicklicher Stand der Abwasserreinigung nach dem sogenannten biologischen Verfahren.

Von Dr. R. Thumm,

Wissenschaftl. Mitglieder der königl. Versuch- und Prüfungsanstalt  
für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Berlin.

Nach einem vor dem Sonderauschuß für Abfallstoffe der Deutschen  
Landwirtschafts-Gesellschaft im Februar 1905 gehaltenen Vortrage.\*)

Studiert man die einschlägigen Schriften des In- und Auslandes der letzten Jahre, so erkennt man, daß wir augenscheinlich im Zeichen der künstlichen Abwasserreinigung, und zwar insbesondere im Zeichen des sogen. biologischen Verfahrens stehen. Fast in jeder Nummer finden sich Angaben über dieses Verfahren, und zahllose Prospekte verkünden, welche erstaunliche Leistungen dasselbe aufzuweisen hat, und daß gegenüber diesem Verfahren alle anderen Verfahren, bis zu gewissem Grade auch die Rieselei, weit zurücktreten müssen. So soll das biologische Verfahren nicht allein fäulnisfähige und stark faulende Abwässer, sondern z. B. auch Kohlenwaschwässer oder Farbwässer dauernd befriedigend reinigen bzw. unschädlich machen; mit den stark kalkhaltigen Abwässern aus den Kokereien soll es gleichfalls unschwer fertig werden. Hinsichtlich der für das Verfahren aufzuwendenden Kosten kann man hören, das Verfahren sei trotz höherer Leistung billiger als die einfachen mechanischen Verfahren; es löse auch mit einem Schläge die Schlammfrage, und zwar in einfacher und fast kostenloser Weise: der Schlamm werde verzehrt, vernichtet, praktisch gesprochen, in nichts aufgelöst.

\*) Ueber die biologische Abwasserreinigung berichtete Verf. auch in der Mitgliedervers. des Vereins f. Wasserv. u. Abwässerbef. im April d. J. Beide Vorträge sind für die Veröffentlichung zu vorliegender Arbeit zusammengefaßt worden.

Vergleicht man hierzu das, was die biologischen Anlagen z. B. in Deutschland in Wirklichkeit leisten, so findet man recht wenig, was diese Lobpreisungen rechtfertigt. Nur verhältnismäßig wenige Anlagen arbeiten wirklich befriedigend, und manchmal wird dies nur dadurch erreicht, daß man nicht das gesamte Abwasser, wie ursprünglich beabsichtigt, sondern nur einen Teil desselben in der biologischen Anlage behandelt und den Rest entweder auf Landflächen auffließen läßt oder auch ohne weiteres der Vorflut zuleitet.

Bei dieser Sachlage habe ich gerne der an mich ergangenen Aufforderung zu diesem Vortrage entsprochen und die Gelegenheit ergriffen, über den augenblicklichen Stand der Abwasserreinigung nach dem sogenannten biologischen Verfahren zu berichten, und zwar, wie er m. E. vom objektiven Standpunkte aus betrachtet darzustellen ist. Ich stütze mich hierbei in der Hauptsache teils auf meine in Deutschland und England bei der Besichtigung biologischer Anlagen gemachten Beobachtungen, teils auf Ermittlungen, welche wir an unseren auf der Hauptpumpstation Charlottenburg errichteten Versuchsanlagen machen konnten. Bei der Kürze der mir für meine Ausführungen zur Verfügung gestellten Zeit ist es nur möglich, das Wesentlichste in einigen Hauptpunkten zu besprechen; im übrigen muß ich teils auf meinen in Gemeinschaft mit Bauvat Vredtischneider veröffentlichten englischen Reisebericht\*), teils auf die demnächst in unseren Anstaltsmitteilungen erscheinenden diesbezüglichen Arbeiten verweisen.

I. Ist das biologische Verfahren eine vollwertige Reinigungsmethode, d. h. für Klein- und Großbetrieb anwendbar? Diese Frage mag merkwürdig erscheinen, wenn man bedenkt, daß sie von autoritativer Seite schon seit Jahren in bejahendem Sinne beantwortet worden ist, daß zahlreiche Anlagen nach diesem System bereits bestehen und befriedigend arbeiten und z. B. in Manchester schon über 120 000 cbm Abwasser täglich mit diesem Verfahren gereinigt werden. Ich werfe diese Frage hier trotzdem auf, teils infolge zahlreicher Mißerfolge, welche bei dem biologischen Verfahren beobachtet werden können, teils aus dem Grunde, weil in England, dem Mutterlande dieses Verfahrens, dasselbe keineswegs als selbständige Reinigungs-

\*) Heft 3 der Mitteilungen aus der königlichen Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin. Herausgegeben von A. Schmidtman & E. Günther. Verlag von August Hirschwald, Berlin NW. 7, Unter den Linden 68.



methode seitens der zentralen Aufsichtsbehörde, des Local Government Board, bislang angesehen wird. Diese Aufsichtsbehörde genehmigt nämlich das biologische Verfahren zur Zeit nur in Verbindung mit einer Nachrieselung der biologisch vorgereinigten Wässer, stellt das biologische Verfahren in dieselbe Reihe mit den chemischen Klärverfahren und sieht von der Forderung einer Landnachbehandlung nur dann ab, wenn die Unmöglichkeit, geeignete Landflächen zu beschaffen, erwiesen ist. \*)

Die Frage, ob das biologische Verfahren für Klein- und Großbetriebe anwendbar ist, beantworte ich, gestützt auf die Feststellungen unserer Anstalt, trotzdem in bejahendem Sinne: Das in Rede stehende Verfahren ist unstreitig unter den im allgemeinen in Deutschland bestehenden Verhältnissen auch ohne Landnachbehandlung als vollwertige Abwasserreinigungsmethode anzusehen.

Denn, was zunächst die gegenteilige Ansicht in England betrifft, nach der dem biologischen Verfahren stets eine Landnachbehandlung zu folgen hat, so erklärt sich diese Auffassung unschwer aus den dortselbst bestehenden besonderen Verhältnissen. England hat, praktisch gesprochen, kein Grundwasser; die Wasserversorgung der Städte und Gemeinden erfolgt fast ausschließlich durch Oberflächenwasser. Da nun das biologische Verfahren keinerlei Gewähr hinsichtlich der sicheren Entfernung etwa in einem Abwasser enthaltener pathogener Keime bietet\*\*), die dauernde, tunlichst weitgehende Ausscheidung etwa vorhandener Krankheitskeime aus dem Abwasser für englische Verhältnisse aber als unerlässlich angesehen wird, so fordert man daselbst zur Erreichung dieses Zweckes als sicherstes und einfachstes Mittel die Landnachbehandlung. In Deutschland haben wir Grundwasser; Oberflächenwasser findet für Trinzwecke verhältnismäßig selten Verwendung. Die Aufsichtsbehörde in Preußen pflegt deshalb bei Genehmigung des biologischen Reinigungsverfahrens nur für Epidemiezeiten, also nur gelegentlich, eine Desinfektion der Gesamtabwässer zu fordern\*\*\*), man begnügt sich in nor-

\*) Vergl. Heft 3 der Mitteilungen aus der Agl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu Berlin. S. 20 ff.

\*\*) Die dem Polarite, welches z. B. unter dem Namen Carboferrit in Handel kommt, nach dieser Richtung hin beigelegte Leistungsfähigkeit ist nicht vorhanden.

\*\*\*) Zur gelegentlichen Desinfektion der Gesamtabwässer findet nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse am besten Chlorkalk Verwendung, wobei nach erfolgter Desinfektion der überschlüssig zugesetzte Chlorkalk vor Einleitung des behandelten Wassers in eine Vorflut erforderlichen Falles mit Eisenvitriol noch unschädlich zu machen ist.



malen Zeiten mit der Abtötung der Krankheitskeime am Krankenbette (bei Krankenhäusern mit der Desinfektion der aus der Infektionsabteilung abfließenden Abwässer) und fordert nur zwecks tunlichster Sicherstellung dieser lokalen Desinfektion für Typhus, Ruhr und Cholera eine streng gehandhabte Anzeigepflicht, und zwar sowohl für die ausgesprochenen, als auch für die verdächtigen Krankheitsfälle. Eine dauernde Behandlung der Gesamtabwässer inbezug auf die Entfernung etwaiger Krankheitskeime wird in Preußen hiernach also nicht verlangt; eine dauernde Landnachbehandlung ist deshalb auch nicht erforderlich, da das biologische Verfahren sowohl nach deutscher wie nach englischer Auffassung auch ohne diese Behandlung in physikalisch-chemischer Beziehung unter gewissen Voraussetzungen Befriedigendes zu leisten wohl instande ist.

Dem, was den vorstehend aufgeworfenen zweiten Punkt betrifft, die bei der Anwendung des biologischen Verfahrens beobachteten zahlreichen Mißerfolge, so sind diese nach unseren Feststellungen dem Verfahren selbst keineswegs zur Last zu legen. Teils wendet man das Verfahren zur Reinigung von Wässern an, welche auf biologischem Wege überhaupt nicht in dauerndem Betriebe befriedigend sich reinigen lassen (z. B. Farbwässer, siehe unten), teils sind Mängel der Konstruktion oder der richtigen Anpassung des Verfahrens an die bezüglichen örtlichen Verhältnisse die Veranlassung der beobachteten Mißerfolge. Die weitaus größte Zahl der Mißerfolge ist bei diesem Verfahren aber darauf zurückzuführen, daß man die Anlagen zu klein baut und hinsichtlich des Betriebes der Auffassung ist, auf diesen käme es nicht an, die Anlagen gingen gewissermaßen von selbst, „ein Mann, welcher den Besen zum Reinhalten der Anlage führt“, reiche für die Bedienung vollständig aus. Obgleich in England die Abwässer infolge des hohen Wasserverbrauches im allgemeinen nicht so konzentriert sind wie in Deutschland, so glaubt man bei uns vielfach nämlich, man könne hier mit kleineren Anlagen auskommen als in England; die dort geübte dauernde Ueberwachung der Anlagen sei für deutsche Verhältnisse nicht erforderlich.

Es ist meine feste Ueberzeugung, daß wir das biologische Verfahren bald werden ruhen lassen können, wenn besonders hinsichtlich der letzten beiden Punkte keine Aenderung eintritt. Gewöhnen wir uns nicht daran, die biologischen Anlagen größer anzulegen, als dies bisher meistens geschehen ist, sorgen wir nicht für eine sachverständige Ueberwachung der Anlage, die bei größeren Anlagen dauernd,

d. h. Tag für Tag zu erfolgen hat, so glaube ich, daß das biologische Verfahren in Deutschland keine Zukunft haben wird. Bricht man aber mit den bisherigen Gepflogenheiten und baut die Anlagen genügend groß, legt sie so an, daß sie in ihren einzelnen Abteilungen nach Bedarf zwanglos erweitert werden können und erforderlichen Falles auch erweitert werden, und sorgt man für eine richtige Ueberwachung der Anlagen — für kleine Anlagen genügt ein gut angelernter, aber dauernd kontrollierter Klärwärter; für größere und große Anlagen ist, wie z. B. für jede Fabrikanlage, ein wissenschaftlich geschulter, im Dienste der betreffenden Städte usw. stehender Betriebsleiter durchaus notwendig —, so werden die bislang oft vergebens erwarteten Erfolge m. E. nicht ausbleiben und das biologische Verfahren im Klein- und Großbetriebe, wie oben gesagt, gegebenen Falles ohne Bedenken als vollwertige Reinigungsmethode Anwendung finden können.

II. Wann kommt das biologische Verfahren als Reinigungsmethode in Frage, d. h. was leistet dieses Verfahren? Für das künstliche biologische Verfahren ist charakteristisch, daß es wie die übrigen — natürlichen — biologischen Verfahren, nämlich die Berieselung und die intermittierende Bodenfiltration, imstande ist, organische, fäulnisfähige oder auch schon faulende Abwässer einer durchgreifenden Reinigung zu unterziehen. Im Gegensatz zu den rein mechanischen oder mechanisch-chemischen Verfahren, welche aus einem Abwasser im allgemeinen nur die unlösligen Stoffe mehr oder weniger weitgehend entfernen, vermag das biologische Verfahren gleich den übrigen biologischen Methoden aus dem Schmutzwasser auch noch die gelösten fäulnisfähigen Verbindungen herauszuschaffen, einem Abwasser seine Fäulnisfähigkeit zu nehmen; den Keimgehalt des Abwassers vermag das biologische Verfahren relativ nur wenig zu beeinflussen; es steht deshalb in dieser Beziehung in seiner Leistungsfähigkeit sowohl der Berieselung wie der intermittierenden Filtration nicht unbeträchtlich nach.

Das künstliche biologische Verfahren reinigt im allgemeinen alle diejenigen Wässer, welche sich auch durch die natürlichen biologischen Verfahren befriedigend behandeln lassen, also sowohl rein häusliche Abwässer wie häusliche Abwässer, welche mehr oder weniger industrielle Abwässer enthalten, ferner industrielle Wässer allein, d. h. ohne häusliche Abwässer, und zwar z. B. Schlachthofabwässer, Bierbrauereiabwässer, Molkereiabwässer, Stärkefabrikabwässer,



Zuckerfabrikabwässer, Lederfabrikabwässer und Zellulosefabrikabwässer.

Nicht gereinigt werden Abwässer, welche schädigende Stoffe enthalten, wie z. B. stark kalkhaltige oder Phenole oder andere Gifte enthaltende Abwässer\*); auch die große Mengen von freiem Chlor\*\*) enthaltenden Abwässer aus Bleichereien können befriedigend biologisch auf die Dauer nicht behandelt werden. Die Farbwässer aus den Färbereien lassen sich in dauerndem Betriebe biologisch gleichfalls nicht reinigen. Gibt man Farblösungen auf biologische Körper auf, so halten diese die Farbstoffe, und zwar fast die sämtlichen künstlichen Farbstoffe, zurück, und es entstehen ungefärbte, farbstofffreie Abflüsse\*\*\*). Diese Leistung ist aber leider nur von kurzer Dauer. So wie die Pflanzensaser nur eine bestimmte Menge Farbstoff aufzunehmen vermag und alsdann unfähig ist, weitere Farbstoffmengen festzuhalten, ebenso verhält sich der biologische Körper: ist er mit Farbstoff gesättigt, so nimmt er keine weiteren Farbstoffmengen mehr auf, und statt der ursprünglich ungefärbten Abflüsse erhalten wir bald früher, bald später, je nach der Art des Farbstoffes, der Konzentration der Farbstofflösung, der Dauer der Einwirkung der Lösung auf den biologischen Körper und der Korngröße des benutzten Körpermaterials, gefärbte Abflüsse, die schließlich dieselbe Menge an Farbstoff enthalten, wie das auf den Körper aufgegossene Rohwasser.

Wie die grundlegenden Untersuchungen Dunbars gelehrt haben, genügt es für die volle Wirksamkeit der biologischen Körper nämlich nicht, wenn die Körper nur die Schmutzstoffe aus einem Abwasser entfernen; ebenso notwendig ist es, daß die in den Körpern zurückgehaltenen Schmutzstoffe auch zersetzt werden, daß der Körper sich von den in ihm festgehaltenen Stoffen wieder reinigt, sich regeneriert. Nur dort, wo mit der „Absorption“ der Stoffe die „Regenerierung“ des Körpers Schritt hält, arbeiten biologische Körper auf die Dauer befriedigend. Besteht zwischen Regenerierung und Absorption ein Mißverhältnis, so erhält man schlecht gereinigte Abflüsse; fehlt die Regenerierung gar voll-

\*) Vergl. Dunbar und Thumm, Beitrag z. derzeit. Stande der Abwasserreinigungsfrage. München und Berlin, Oldenbourg 1902. S. 27.

\*\*) Vergl. Dunbar und Korn, Zur Desinfektion von Abwässern mit gleichzeitiger Reinigung derselben. Ges. Ing. 1904, Nr. 2.

\*\*\*) Vergl. Kattein und Lübbert, Zur Bedeutung der Absorptionsvorgänge bei der biologischen Abwasserreinigung. Ges. Ing. 1903, Nr. 25.



ständig, wie dies z. B. bei den Farbwässern der Fall ist, so ist das biologische Verfahren als Reinigungsmethode unbrauchbar.

Das künstliche biologische Verfahren kommt hiernach also sowohl für die Abwässer ganzer Städte, wie kleinerer Gemeinwesen, Krankenhäuser usw., als Reinigungsmethode in Frage; auch für die Abwässer mancher Industrien ist das Verfahren als Reinigungsmethode anzusehen. Seine Anwendung empfiehlt sich in all den Fällen, in denen die mechanischen Reinigungsmethoden zur Reinhaltung des betreffenden Vorfluters nicht ausreichen und eine Landbehandlung nach Lage der örtlichen Verhältnisse nicht möglich ist. Das künstliche biologische Verfahren stellt hiernach also ein wertvolles Zwischenglied dar zwischen den mechanischen bezw. den mechanisch-chemischen Verfahren und den „natürlichen“ biologischen Verfahren und hat hinsichtlich der letzteren den Vorzug, in weitgehender Weise den örtlichen Verhältnissen sich anpassen zu lassen. Durch entsprechende Wahl der Korngröße für das Körpermaterial — beim Füllverfahren\*) —, durch entsprechende Belastung der biologischen Körper — beim Tropfverfahren —, lassen sich nämlich bei sachgemäßer Konstruktion, bei genügender Größe und bei einem richtigen Betriebe der Anlage alle Stufen der Reinigung von der Beseitigung der Fäulnisfähigkeit an bis zur Gewinnung einer mehr oder weniger farb- und geruchlosen, wasserhellen Flüssigkeit erzielen.

Aber nicht allein als selbständige Reinigungsmethode, sondern auch in Verbindung mit den natürlichen biologischen Verfahren leistet das künstliche biologische Verfahren Befriedigendes. Hier kommt das biologische Verfahren in Frage, wenn die Beseitigung der Schlammstoffe aus dem Abwasser vor seiner Ausleitung auf die Rieselfelder keine ausreichende Entlastung derselben mehr bewirkt hat.

Die Art der Anwendung des biologischen Verfahrens zur Entlastung der Rieselfelder ist alsdann je nach den örtlichen Verhältnissen eine verschiedene; entweder behandelt man, wie zum Beispiel in Leicester (England), das gesamte Abwasser zuerst oberflächlich in einer biologischen Anlage und schiebt das so vorbehandelte Wasser den Rieselfeldern zu, oder man entfernt, wie z. B. in Birmingham (England), zuerst durch Abfäßbecken die Schlammstoffe aus dem Abwasser, behandelt den Schlamm auf gesonderten Landflächen und leitet das entschlammte Wasser teils Rieselfeldern, teils (was auf

\*) Bezüglich der Nomenclatur vergl. Heft 3 der Mitteilungen aus der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasservers. und Abwässerbes. zu Berlin, S. 1.





III. Ist das biologische Verfahren ohne weiteres als Reinigungsmethode anwendbar oder empfiehlt sich vor Erbauung der definitiven Anlage die Errichtung einer Versuchsanlage? Das künstliche biologische Verfahren ist durch planmäßig angestellte Untersuchungen eingehend bekannt geworden. Man weiß heutzutage genau\*), welche Materialien zum Aufbau der biologischen Körper zweckmäßig Verwendung finden, welche Korngröße diese haben müssen zwecks Erzielung befriedigender Reinigung, wie hoch das Material aufgeschichtet werden darf, ohne daß die so notwendige Luftzufuhr in alle Teile des Materials verhindert wird; auch die Materialmengen kann man im großen und ganzen angeben, welche zwecks Gewährleistung einer guten Klärwirkung erforderlich sind; man kennt ferner die Gesichtspunkte, welche bei der Wahl der Art der Vorreinigung und bei dem Betriebe der biologischen Anlagen zu beachten sind. Das biologische Verfahren ist also zweifellos, an sich betrachtet, über das Versuchsstadium hinaus ausgebildet. Trotzdem empfehle ich, wo irgendwie zugänglich, die Anstellung von Versuchen vor Errichtung einer endgültigen Anlage.

Nach den Erfahrungen, welche wir über diesen Punkt machen konnten, ist nämlich die Kenntnis des Aufbaues und des Betriebes biologischer Anlagen für die Praxis allein nicht ausreichend. Will man mit biologischen Anlagen wirklich eine vollwertige Reinigung erzielen, so ist reichliche praktische Erfahrung unerläßlich, und es genügt nicht, wenn man die einschlägige Literatur auch noch so sorgfältig studiert und noch so viele biologische Anlagen besichtigt hat.

Beim biologischen Verfahren kommt es viel auf Einzelheiten an, namentlich spielt die Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Abwässer eine große Rolle; scheinbar nebensächliches ist oft ausschlaggebend für die Erzielung befriedigender Reinigung. Um diese Einzelheiten kennen zu lernen, um praktische Erfahrungen zu sammeln, um ein geschultes Aufsichtspersonal sich zu schaffen, ist es notwendig, daß man schrittweise vorgeht, zunächst eine Versuchsanlage errichtet, genau beobachtet, was diese leistet, was an derselben nötigenfalls verbessert oder vereinfacht werden kann, worauf man erst dann unter sinngemäßer Anwendung der gemachten Erfahrungen die endgültige biologische Anlage ausbaut.

\*) Vergl. hierzu außer der auf S. 12 u. 13 aufgeführten Tabelle 2 auch Heft 3 der Mitteilungen aus der kgl. Prüfungsanstalt S. 203 ff.



Diese Art des Vorgehens empfiehlt sich bezw. ist notwendig in all den Fällen, wo es sich um einigermaßen größere Abwassermengen handelt, wenn also die Reinigung der Abwässer von Städten und größeren Gemeinwesen in Frage kommt. Für die Abwässer kleinerer Gemeinden, von Krankenhäusern etc. ist dieses Vorgehen im allgemeinen nicht in dem gleichen Maße notwendig. Die Errichtung von Versuchsanlagen ist aber ferner unerlässlich, sowie es sich um die Reinigung der oben bezeichneten industriellen Abwässer handelt. Ueber die Behandlung dieser Wässer liegen nämlich nur verhältnismäßig wenige Einzelbeobachtungen vor, sodaß eine unmittelbare Uebertragung dieser Ermittlungen auf anscheinend gleichartige Wässer zu den schwersten Mißerfolgen führen kann. Ist bei den häuslichen Abwässern ein schrittweises Vorgehen bei der Anwendung des biologischen Verfahrens geboten, so gilt dies doppelt und dreifach für industrielle Abwässer, vor allem, wenn es sich um Stärkefabrikabwässer, Zuckerfabrikabwässer, Lederfabrikabwässer und Zellulosefabrikabwässer handelt.

Tabelle

Doppeltes Fällverfahren:	
Art der Vorbehandlung	oberflächlich { Körper der oberen Stufe . . . . .
	" " " unteren " . . . . .
durchgreifend	{ " " oberen " . . . . .
	{ " " unteren " . . . . .
Einfaches Fällverfahren:	
Art der Vorbehandlung	oberflächlich { selbständig betriebener Körper . . . . .
	durchgreifend { " " " " . . . . .
oberflächlich	{ Körper als Vorreinigung für Rieselfelder .
	{ " " " " " " " .
Einfaches Tropfverfahren:	
Art der Vorbehandlung	oberflächlich { selbständig betriebener Körper . . . . .
	durchgreifend { " " " " . . . . .
oberflächlich	{ Körper als Vorreinigung für Rieselfelder .
	{ " " " " " " " .

Bei den Versuchen prüfe man sowohl das Füll- wie das Tropfverfahren, ferner die vorteilhafteste Art der Vorbehandlung der Wässer vor dem Aufleiten auf die biologischen Körper, beim Tropfverfahren auch die einfachste Art der Abcheidung der in den Tropfkörperabflüssen enthaltenen suspendierten Stoffe. Die Frage der Schlammabfuhr erwäge man bei den Versuchen sorgfältigst. Die Versuche dehne man solange aus, bis über alle Punkte Klarheit besteht. Bei der Behandlung der industriellen Wässer beachte man insbesondere, daß unter Umständen anfänglich Erfolge erzielt werden können, welche bei längerem Betriebe nicht mehr zu beobachten sind, und denke hierbei an das oben beschriebene Verhalten der Farbwässer.

IV. Wie sind biologische Anlagen im einzelnen zu gestalten? Wie bei Besprechung des vorgenannten Punktes III erwähnt wurde, sind bei der Errichtung biologischer Anlagen eine ganze Reihe von Gesichtspunkten in Berücksichtigung zu ziehen. Da es zu weit führen würde, diese im einzelnen

2.

Korngröße des Materials in mm	Zulässige Höhe des Materials in m	Für 1 cbm tägliches Abwasser ist Material erforderlich in cbm		Auf 1 cbm des Gesamtmaterials entfallen cbm tägliches Abwasser	Auf 1 qm
		im einzelnen	insgesamt		
8—25	1,5—2,0	1,3	2,6	0,4	0,6
3—8	1,0—1,5	1,3			
5—12	1,0—1,5	1,1	2,2	0,45	0,5
3—5	1,0—1,2	1,1			
3—8	1,0—1,5	2,0	2,0	0,5	0,75
3—5	1,0—1,2	1,7	1,7	0,6	0,72
8—25	1,5—2,0	1,3	1,3	0,77	1,54
rd. 80 Faustgröße	2,5	2,0	2,0	0,5	1,25
	2,5	1,4	1,4	0,7	1,75
	2,5	1,0	1,0	1,0	2,5



hier zu besprechen, so verweise ich auf meinen mehrfach bereits erwähnten englischen Reisebericht sowie auf die vorstehend aufgeführte Tabelle 2. In dieser habe ich versucht, einige wichtigere, das Füll- und Tropfverfahren betreffenden Angaben auf Grund deutscher und englischer Erfahrungen, und zwar für deutsche Verhältnisse passend, zusammenzustellen. Wie ersichtlich, gibt die Tabelle Aufschluß über die Korngröße des Materials, über die zulässige Höhe des Materials und über die erforderlichen Materialmengen. Die aufgeführten Werte gelten für städtische Abwässer von etwa mittlerer Konzentration und sollen nicht etwa so verstanden werden, daß man in allen Fällen z. B. mit den erwähnten Materialmengen auskommt bezw. soviel Material, als in der genannten Tabelle aufgeführt ist, zwecks Erzielung befriedigender Reinigung im Einzelfalle immer notwendig hat. Die Werte sollen nur einen Anhalt geben für etwa zu errichtende Versuchsanlagen bezw. für die Projektaufstellung.

Besprechung bedürfen hier aber noch 2 Punkte:

1. Ist das Füllverfahren im Vergleich zum Tropfverfahren, wie zur Zeit öfters gesagt wird, eine minderwertige Methode?
2. Wie müssen wir die Abwässer vorbehandeln, ehe man sie den biologischen Körpern zuleitet?

Was zunächst den ersten Punkt: Füll- oder Tropfverfahren? betrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß die Frage, welches von den beiden Verfahren vorteilhafter ist, ohne weiteres nicht beantwortet werden kann, da beide Verfahren gewisse Vorzüge besitzen. So gestaltet sich beim Füllverfahren die Verteilung des Abwassers über die Oberfläche der biologischen Körper bedeutend einfacher wie bei dem Tropfverfahren; die Betriebssicherheit ist mithin bei dem ersteren im allgemeinen eine größere als bei dem letzteren. Die Füllkörper sind weiterhin infolge ihrer ganzen Anlage gegen die Einwirkungen niederer Temperaturen mehr geschützt und verhindern die Geruchsbelästigung in höherem Maße als die Tropfkörper. Auch die Fliegenplage ist beim Füllverfahren im allgemeinen nicht unbeträchtlich geringer als beim Tropfverfahren. Andererseits ist das Tropfverfahren sowohl in qualitativer wie quantitativer Hinsicht leistungsfähiger wie das Füllverfahren. Die Tropfkörperabflüsse enthalten ferner reichliche Mengen von gasförmigem Sauerstoff, der den aus Füllkörpern stammenden Abflüssen meistens zu fehlen pflegt. Die Tropfkörper können infolge ihres meist grobkörnigeren Materials ohne Behinderung der erforderlichen Luftzufuhr bedeutend höher angelegt werden wie die aus feinkörnigem Material hergestellten Füllkörper. Die Anlagekosten sind beim Tropfverfahren

geringer als beim Füllverfahren, weil seitliche Wände nicht oder doch nur in geringer Stärke erforderlich sind, weil ferner die Körper bedeutend höher hergestellt werden können und die Beschaffung des grobkörnigen Tropfkörpermaterials sich im allgemeinen billiger gestalten wird wie die des Füllkörpermaterials, dessen Korngröße mit viel größerer Sorgfalt hergestellt werden muß als bei dem Tropfverfahren. Wie es sich vergleichsweise mit den Betriebskosten stellt, kann nicht angegeben werden. Zwar erfordern die Tropfkörper weniger Bedienung, dafür aber mehr Kosten für die Unterhaltung und für das Reinigen der Zuführungsröhren und namentlich der Sprinkler. Die Tropfkörper zeigen aber bei sachgemäßem Betriebe und richtiger Auswahl des Materials keine derartige Verschlammung, daß ein Auswaschen erforderlich wird. Bei dem feinkörnigen Material der Füllkörper läßt sich dagegen ein Verschlammen auch bei weitgehendster Vorreinigung nicht vermeiden, sodaß früher oder später nicht unerhebliche Kosten durch das Waschen des Materials, sowie auch durch den Ersatz des beim Waschen entstehenden Materialverlustes zu erwarten stehen. Andererseits darf hierbei aber nicht vergessen werden, daß die Tropfkörperabflüsse fast stets große Mengen ungelöster, allerdings meistens harmloser, d. h. nicht mehr säulnisfähiger Stoffe enthalten, die eine Nachbehandlung der Tropfkörperabflüsse in Abfließbecken oder Filter notwendig machen, was für die Abflüsse aus Füllkörpern, die meistens frei von nennenswerten Schlammbestandteilen sind, wieder nicht erforderlich ist.

Nach meiner Auffassung ist es aus allen diesen Gründen deshalb unrichtig, wenn das Füllverfahren als die minderwertige Modifikation angesehen wird. Füll- und Tropfverfahren sind m. E. grundsätzlich gleichwertige Methoden, und zwar kommt in Fällen, wo genügendes Gefälle vorhanden ist oder Hebewerke an und für sich schon erforderlich sind, sowie in Fällen, in denen die Anlage auf einem verhältnismäßig kleinen Gelände untergebracht werden muß, m. E. an erster Stelle das Tropfverfahren, in Fällen dagegen, wo nur wenig Gefälle, aber reichliches Gelände für die biologische Anlage zur Verfügung steht, das Füllverfahren als biologische Reinigungsmethode in Frage.

Hinsichtlich des 2. Punktes, der Vorbehandlung der Abwässer, ist darauf hinzuweisen, daß es beim biologischen Reinigungsverfahren unumgänglich notwendig ist, Einrichtungen vorzuschalten, durch welche das Abwasser einerseits von den Schlammstoffen befreit wird und durch die andererseits häusliche und gewerbliche Abwässer, wenn diese vorhanden sind,



derartig gemischt werden, daß eine schädigende Wirkung der letzteren nicht mehr eintritt. Wenn irgend wie angängig, so empfiehlt es sich, die Schlammstoffe so weitgehend als möglich aus dem Abwasser zu entfernen, da hierbei einestheils die biologischen Körper mehr leisten und andererseits der Betrieb der Körper ein einfacherer wird.

Recheneinrichtungen können als alleinige Vorreinigungsanlagen für biologische Körper im allgemeinen deshalb nicht in Frage kommen; wohl aber Becken- und Brunnenanlagen.

Meistens genügt hierbei eine rein mechanische Behandlung der Wässer ohne Zusatz besonderer chemischer Fällungsmittel. Ein Zusatz von chemischen Zuschlägen kann aber in solchen Fällen, in welchen das Abwasser schädliche Beimengungen aus gewerblichen Anlagen, wie Farbstoffe, Fette, Seifen, anorganische Säuren oder Textil- und Zellulosefasern enthält, wohl in Frage kommen. In solchen Fällen ist es nämlich nicht immer möglich, die Farb- und Schwebestoffe bezw. Fette oder Säuren auf rein mechanischem Wege in Becken- oder Brunnenanlagen auszuscheiden bezw. unschädlich zu machen.

Eine Vorfaulung des Abwassers in sogenannten Faulbecken ist zur Erzielung eines nicht mehr säulnisfähigen Abflusses von den biologischen Körpern im allgemeinen nicht erforderlich. Notwendig kann eine Vorfaulung werden bei manchen konzentrierten, viel schleimige Substanzen enthaltenden städtischen Abwässern, ferner bei städtischen Abwässern, welche gewisse Beimengungen aus industriellen Anlagen, wie Farbstoffe, Fette, Seifen, Gerbstoffe, giftige Metallsalze, z. B. Chromverbindungen, Kupfersalze u. dgl., enthalten. Nicht notwendig, aber zweckmäßig ist die Einrichtung eines Faulbeckens bei kleinen Anlagen\*), da hier Arbeitskräfte zum regelmäßigen Ablassen der in der Vorreinigungsanlage angesammelten Schlammmassen nur selten zur Verfügung stehen. Auch bei manchen größeren Anlagen empfiehlt sich das Belassen des Schlammes in den Becken, wenn es zu gewissen Zeiten (z. B. im Sommer) schwer hält, den Schlamm los zu werden. Die Absitzbecken werden in solchen Zeiten vorteilhaft als Faulbecken betrieben und so groß angelegt, daß der Schlamm bis zu der Jahreszeit (z. B. bis zum Herbst), wo er wieder in landwirtschaftlichen Betrieben Verwendung findet, in der Vorreinigungsanlage angesammelt werden kann.

Was die Schlammverzehrung in den Faulbecken betrifft, so ist dieselbe eine verschiedene bei rein häuslichen Abwässern

---

\*) Für Dörfer, Weiler, getrennt liegende Gehöfte und Wohnungen, Krankenhäuser, Kasernen, Barackenlager etc.

und bei städtischen Abwässern, welche größere Mengen industrieller Abwässer enthalten; sie hängt weiter davon ab, ob die suspendierten Stoffe organischer oder anorganischer Natur, leicht oder schwer zerlegbar sind. Ferner ist von Wichtigkeit, ob die suspendierten Stoffe in unzersetztem Zustande auf der Reinigungsanlage ankommen oder ob sie schon in den Kanalleitungen eine Veränderung erfahren haben. Endlich ist die Dauer des Aufenthaltes der suspendierten Stoffe in den Faulbecken von Belang; ob sich dieselben nur wenige Wochen oder mehrere Monate in der Vorreinigungsanlage aufhalten und ob die Faulbecken offen oder überdeckt hergestellt sind.

Ob die Schlammverzehrung in Wirklichkeit immer so hoch ist, wie vielfach angenommen wird — 25 bis 50 % und darüber —, möchte ich aber bezweifeln. In zahlreichen mir bekannt gewordenen Fällen wenigstens beruhte die ermittelte Schlammverzehrung lediglich auf einem Beobachtungsfehler. Man stellte nämlich die bei regelmäßiger Entfernung der Schlammengen aus den Becken u. s. w. Anlagen erhaltenen Werte in Vergleich zu den Werten, welche bei längerem Belassen des Schlammes in der Anlage erhalten wurden, berechnete hieraus die Schlammverzehrung und berücksichtigte nicht, wie viel Schlammstoffe in den Abflüssen jeweils mit fortgingen, und daß der in den Faulbecken verbleibende gefaulte Schlamm weniger Wasser enthielt als der frische Schlamm. Daß beides, wenn es nicht Berücksichtigung findet, aber zu großen Fehlern führt, liegt auf der Hand, und ich kann nur raten, allzu große Hoffnungen auf die Schlammverzehrung nicht zu setzen und in allen Fällen die Anlagen konstruktiv so zu gestalten, daß der angesammelte Schlamm erforderlichen Falles unschwer aus der Vorreinigungsanlage entfernt werden kann.

Ist durch Belassen des Schlammes in der Vorreinigungsanlage hiernach auf eine nennenswerte Schlammverminderung nach meiner Auffassung im allgemeinen also nicht zu rechnen, so scheint es zweifellos zu sein, daß dieser Schlamm im Laufe der Zeit in qualitativer Beziehung eine durchgreifende Veränderung erleidet: er wird drainierbar, leichter preßfähig, verliert mehr und mehr seinen offensiven Charakter und zeigt eine mehr körnige bis faserige Struktur, Veränderungen, die bei Bewertung einer Vorfaulung unbedingt Beachtung verdienen.

So viel steht fest, daß man in allen Fällen mit nicht unbeträchtlichen Schlammengen zu rechnen haben wird, wie man auch die Art der Vorbehandlung im einzelnen gestalten



mag. Behandelt man ein Abwasser oberflächlich vor und schiebt die Hauptmasse der Schwebestoffe zusammen mit den gelösten Stoffen den biologischen Körpern zu, so erhält man zwar nur verhältnismäßig geringe Mengen an fäulnisfähigem, schwer drainierbarem Schlamm, dafür aber in den biologischen Körpern bezw. in den Abflüssen aus diesen Körpern relativ große Mengen drainierbaren und fäulnisunfähigen Schlammes, welche entweder eine dauernde (beim Tropfverfahren) oder eine gelegentliche (beim Füllverfahren) Beseitigung notwendig machen. Entfernt man die Schlammstoffe weitgehend aus dem Abwasser, so erhält man entweder große Mengen offensiven — wenn auf rein mechanischem Wege vorbehandelt — oder große Mengen ausgefauten Schlammes — wenn in Faulbecken vorbehandelt — gegenüber relativ geringen, nicht offensiven Schlammengen in den biologischen Körpern. Wie man es auch einrichten mag, immer hat man mit einer Schlammabfuhr zu rechnen; man tut deshalb gut, wenn man bei allen biologischen Anlagen genügende Flächen Land vorsieht, um hier die anfallenden Schlammengen — am vorteilhaftesten nach Birminghamer Art\*) — erforderlichen Falles unterzubringen.

Wie groß diese zur Unterbringung des Schlammes eventuell erforderlichen Landflächen sein müssen, kann im Einzelfalle schwer angegeben werden; die Größe der Flächen hängt ab sowohl von der Bodenbeschaffenheit wie von der Beschaffenheit und Menge des unterzubringenden Schlammes (ob derselbe frisch oder mehr oder weniger ausgefaut ist, und ob es sich um die Unterbringung größerer oder kleinerer Schlammengen handelt). Nach den Birminghamer Erfahrungen läßt sich allgemein soviel sagen, daß etwa 2—4 ha besten Sandbodens zur dauernden Unterbringung der von 100000 Einwohnern anfallenden Schlammmassen erforderlich sein werden.

V. Was kostet eine biologische Anlage? Hinsichtlich des letzten hier zu besprechenden Punktes: Wie hoch stellen sich die Bau- und Betriebskosten für eine biologische Anlage? kann sowohl aus Deutschland wie England im allgemeinen wenig Zuverlässiges mitgeteilt werden.

In England wurde Baurat Bredttschneider und mir angegeben, daß die Kosten für die Herstellung einer biologischen Reinigungsanlage im gesamten Umfang, also mit Einschluß der Anlagen zur Nachbehandlung des Sturzregenschwassers, aber mit Ausschluß der Kosten für den Grunderwerb, etwa 15

\*) Heft 3 (a. a. D.) S. 175.

bis 30 *M* auf den Kopf der an die Kanalisation angeschlossenen Bevölkerung betragen und unter normalen Verhältnissen durchschnittlich zu 20 *M* auf den Kopf der Bevölkerung, und zwar einschl. der Kosten für den Landerwerb, anzusetzen sind. Aus Deutschland lassen sich hinsichtlich der Anlagekosten genauere Werte fast garnicht angeben. Oft hört man zwar, die gesamte Anlage würde nur wenige Mark auf den Kopf kosten, sieht man aber genauer hin, so läßt sich, wie früher bereits erwähnt, oft beobachten, daß nur ein Teil des Abwassers in der Anlage wirklich behandelt und der übrige Teil mehr oder weniger vorgereinigt einfach dem Vorfluter unmittelbar zugeführt wird, daß also die Anlagen fast durchweg zu klein angelegt sind. Als geradezu klassisches Beispiel mag folgendes hier mitgeteilt werden: Eine Stadt von 10 000 Einwohnern läßt sich einen Voranschlag für eine biologische Anlage aufstellen, der mit 30 000 *M* Baukosten ausschl. Grunderwerb abschließt. Als die Anlage fertig ist, kostet sie nicht 30 000 *M*, sondern 55 000 *M*, und als man an den Betrieb derselben heranging, konnte nicht die gesamte Abwassermenge, wie beabsichtigt war, sondern nur etwas mehr als die Hälfte in der Anlage befriedigend behandelt werden.

Das biologische Verfahren ist deshalb nach unserer Ansicht keineswegs so billig, wie man fast allgemein in Deutschland zur Zeit annimmt.

Will man durch eine biologische Anlage einen in physikalisch-chemischer Beziehung der Veriefelung gleichwertigen Reinigungserfolg erzielen, so sind nämlich nach unseren Erfahrungen für eine vollständige biologische Anlage, also einschl. der Vorreinigungs- und event. Nachbehandlungsanlagen, ferner der Anlagen für die Schlammbeseitigung, etwa 15 bis 20 *M* auf den Kopf mit Einschluß der Kosten für den Grunderwerb aufzuwenden. Zwecks Erzielung eines geringeren Reinheitsgrades, z. B. zwecks Beseitigung der Fäulnisfähigkeit eines Abwassers, kann die biologische Anlage billiger, unter Umständen schon für 10 *M* auf den Kopf der Bevölkerung hergestellt werden.

Diese Werte sind natürlich nur ganz allgemein zu verstehen, da örtliche Verhältnisse, insbesondere die für das Körpermaterial aufzuwendenden Kosten, dieselben unter Umständen weitgehend zu beeinflussen vermögen. Es sei aber auch unter Berücksichtigung dieses Punktes nachdrücklichst hier darauf aufmerksam gemacht: das biologische Verfahren ist kein so billiges Verfahren, wie vielfach behauptet wird; will man wirklich gute Erfolge erzielen und sicher sein, daß auch sämtliches Abwasser in dauerndem Be-



triebe gereinigt wird, so rechne man bei der eventuellen Einführung des Verfahrens vorsichtigerweise mit nicht zu niederen Anlagekosten.

Was dann die Betriebskosten betrifft, so gilt für diese das, was einleitend über die Baukosten gesagt ist: Man kennt auch hier nur wenig Zuverlässiges. Nach englischen Angaben schwanken die Kosten zwischen 0,8 bis 3,2  $\text{£}$  für 1 cbm Abwasser ausschl. Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals und betragen nach den Berechnungen von Bredtschneider im großen Durchschnitt etwa 1,1  $\text{£}$  für große und etwa 1,5  $\text{£}$  für kleine Anlagen.

Will man durch eine biologische Reinigungsanlage wirklich Erfolge erzielen, so rechne man auch bei den Betriebskosten mit nicht so niederen Werten, als man zur Zeit noch in Deutschland glaubt annehmen zu dürfen. Vor allem hüte man sich, aus Werten, welche aus den ersten Betriebsjahren stammen, Schlüsse für die Zukunft, d. h. auf die wirklichen Betriebskosten ziehen zu wollen.

Für die Bau- und Betriebskosten, welche für das biologische Verfahren aufzuwenden sind, gilt dasselbe wie für das Verfahren selbst: Ebensovienig, wie das biologische Verfahren als Universalmittel für die Reinigung städtischer und industrieller Abwässer angesehen werden darf, gegenüber dem alle anderen Verfahren weit zurückzutreten haben, gerade so ungerechtfertigt ist die Annahme, das biologische Verfahren sei billiger noch als die sogen. mechanischen Verfahren. Das Verfahren hat zweifellos viele Vorzüge und ist unter gewissen Voraussetzungen eine vollwertige Reinigungsmethode sowohl für kleinere wie größere Abwassermengen; die Methode ist bei richtiger Anwendung aber teuer, d. h. teurer, als man z. Bt. vielfach annimmt, und zwar nicht allein hinsichtlich der Anlagekosten, sondern auch in betreff der laufenden Ausgaben, der Betriebskosten. In Fällen, woselbst man sowohl rieseln wie auch das biologische Verfahren zur Reinigung der Abwässer anwenden kann, ist nach dem heutigen Stande von Wissenschaft, Technik und praktischer Erfahrung der Rieselei sowohl hinsichtlich der Betriebssicherheit und des bewirkten Reinheitsgrades als auch von finanziellen Erwägungen aus vor dem künstlichen biologischen Verfahren der Vorzug zu geben. Es ist möglich, daß sich dieses Verhältnis bei der weiteren Entwicklung zugunsten des biologischen Verfahrens verschieben kann; in welchem Maße, kann heute aber natürlich noch nicht gesagt werden.







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31555

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298282











Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-31555**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298282