



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl. 3: C 02 F

3/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

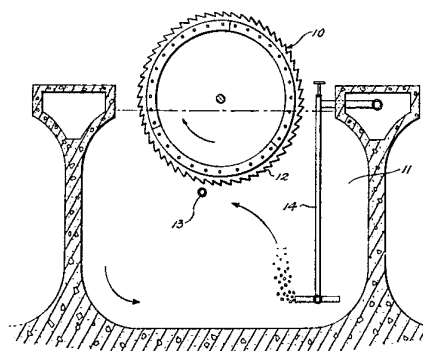
⑪

621 752

②① Gesuchsnummer:	5958/77	⑦③ Inhaber:	Autotrol Corporation, Milwaukee/WI (US)
②② Anmeldungsdatum:	12.05.1977		
③⑦ Priorität(en):	12.05.1976 US 685723	⑦② Erfinder:	Carmen F. Guarino, Philadelphia/PA (US)
②④ Patent erteilt:	27.02.1981		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	27.02.1981	⑦④ Vertreter:	E. Blum & Co., Zürich

⑤④ Verfahren und Anlage zur Behandlung von Abwasser mit Belebtschlamm.

⑤⑦ Das Abwasser (11) wird zwangsweise belüftet (14, 13). Nach dem Belüftungsbehälter (11) wird ein Teil des abgeführten Belebtschlammes in den Belüftungsbehälter zurückgeführt. Im Behälter (11) dreht ein als Tauchtropfkörper ausgebildetes Kontaktorgan (10,12), das teilweise im Abwasser eingetaucht liegt. Auf den Flächen des Organs (10,12) wird eine Schicht Biomasse gezüchtet. Die vorhandene Biomasse besteht zum Teil aus solchen Mikroorganismen, die üblicherweise im Belebtschlamm vorhanden sind und teilweise aus solchen Mikroorganismen, die auf den Flächen des Kontaktorgans (10,12) gebildet werden. Mit diesem Verfahren kann eine Reinigungsleistung von 90% erreicht werden. Für den Antrieb zum Drehen des Organs (10,12) kann die Strömung des Abwassers im Behälter (11), evtl. zusätzlich auch Druckluft (13) dienen.



PATENTANSPRUCH

1. Verfahren zur Behandlung von Abwasser mit Belebtschlamm, wobei das Abwasser in einem Belüftungsbehälter zwangsweise belüftet wird, und wobei Belebtschlamm in den Belüftungsbehälter zurückgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein drehbares, biologisches Kontaktorgan teilweise in den Belüftungsbehälter eingetaucht wird, dass das Kontaktorgan gedreht wird, so dass auf den eingetauchten Flächen des Kontaktorgans Biomasse gezüchtet wird, die an den Flächen des Kontaktorgans anhaftet, und dass die Biomasse zum Teil aus den Mikroorganismen besteht, die im Belebtschlamm enthalten sind, und zum Teil aus Mikroorganismen besteht, die auf den Flächen des rotierenden Kontaktorgans entstehen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktorgan (10) durch die Strömung im Belüftungsbehälter (11) gedreht wird.

3. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem primären Absetztank (2), einem Belüftungsbehälter (11), einem sekundären Absetztank (8) und mit Mitteln (5) zum Rückführen von Belebtschlamm aus dem sekundären Absetztank (8) zum Belüftungsbehälter (11), gekennzeichnet durch ein drehbares, im Belüftungsbehälter (11) angeordnetes biologisches Kontaktorgan (10), das teilweise eingetaucht in dem im Belüftungsbehälter (11) vorhandenen, mit rückgeführtem Belebtschlamm gemischten Abwasser drehbar angeordnet ist, um auf dem drehenden Kontaktorgan eine Zucht von Mikroorganismen zu bilden, wobei die Biomasse sowohl solche Mikroorganismen umfasst, die in der Belebtschlamm-Abwasser-Aufbereitungsanlage gebildet werden, als auch solche, die auf der Fläche des Kontaktorgans gebildet werden.

4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktorgan (10, 12) so beschaffen ist, dass es die hydraulische Strömung im Belüftungsbehälter (11) zu seinem Antrieb für die Drehung benutzen kann.

5. Anlage nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Luftzuführung (13), mittels der ein Teil der für den Belüftungsbehälter (11) bestimmten Luft zugeführt wird und zur Unterstützung der Drehung des Kontaktorgans (10) dient.

6. Anlage nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Luftzuführung (13), mittels der ein Luftstrahl gegen das Kontaktorgan (10) gerichtet ist, um das Kontaktorgan zur Drehung anzutreiben und diese Drehung aufrechtzuerhalten, wenn keine Abwasserströmung vorhanden ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Abwasser mit Belebtschlamm, wobei das Abwasser in einem Belüftungsbehälter zwangsweise belüftet wird, und wobei Belebtschlamm in den Belüftungsbehälter zurückgeführt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Heutzutage werden bei Abwasser-Aufbereitungsanlagen im allgemeinen ein oder mehrere Verfahrensstufen zur Behandlung des Abwassers verwendet. Die am meisten verarbeitete Abwasserbehandlung ist die sogenannte «primäre Aufbereitung» die auf der einfachen Absetzung von ablagerungsfähigen Abwasser-Feststoffen beruht, wobei biochemischer Sauerstoff-Bedarf (BSB) und auch verteilte Feststoffe entfernt werden. Die Leistungsfähigkeit dieser primären Abwasserbehandlung liegt im Bereich von 25–30%. Die Ergebnisse einer solchen primären Behandlung können jedoch durch die Verwendung von Chemikalien verbessert werden, wodurch die Absetzbarkeit der im Abwasser vorhandenen Feststoffe erhöht wird.

Zusätzlich zu dieser ersten Abwasserbehandlung können verschiedene «sekundäre Behandlungen» durchgeführt werden. Diese weiteren Behandlungen verbessern die Wasserqualität, indem eine Zucht von biologischen Massen verwendet

wird, wobei diese biologischen Massen die Verunreinigungen im Wasser als Nahrung für ihren Stoffwechsel benutzen. Die darauffolgende Entfernung der biologischen Masse aus dem Abwasser hat eine erhöhte Wasserqualität zur Folge.

Die Behandlung mittels Bodenfilter ist ebenfalls eine sekundäre Behandlungsweise, die bei der Aufbereitung von Abwasser weit verbreitet ist. Ein solcher Filter besteht aus einem Bett, in dem sich ein Filtermaterial befindet, auf dessen Oberfläche eine biologische Schlammschicht gezüchtet werden kann, über die das Abwasser geleitet wird. Der Sauerstoff und organische Bestandteile des Abwassers dringen hierbei in die Schlammschicht ein, wo die Oxidation stattfindet und der Aufbau einer zusätzlichen Zuchtschicht stattfinden kann. Anlagen, die mit einem solchen Bodenfilter arbeiten, können einen Abbau des als organischer Kohlenstoff vorhandenen BSBs im Bereich von 60–90% erzielen, wobei die erreichte Leistung hauptsächlich abhängig ist von der Belastung der Anlage. Mit einem solchen Bodenfilter kann zusätzlich eine Oxidation des Ammoniaks erzielt werden, das sich im Abwasser befindet, welche Oxidation erwünscht ist.

Eine weitere und ebenfalls weit verbreitete sekundäre Behandlung des Abwassers ist die Behandlung mit «Belebtschlamm». Das Verfahren mittels Belebtschlamm kann als Verfahren betrachtet werden, bei dem ausgeflockte biologische Zuchtschichten ständig zirkuliert werden und mit organischem Abwasser und Sauerstoff in Berührung kommen. Der Sauerstoff wird üblicherweise durch Einführen von Luftblasen in das Schlamm-Flüssigkeitsgemisch in einem Belüftungsbehälter eingebracht. Die Luft kann durch Luftverteiler eingebracht werden, um eine hydraulische Bewegung des Inhaltes vom Belüftungsbehälter zu erzielen. Eine typische hydraulische Bewegung des Inhaltes vom Belüftungsbehälter ist die Spiralbewegung. Der Belüftungsstufe folgt üblicherweise ein Trennvorgang, bei dem die Feststoffe von der Flüssigkeit getrennt werden, wobei ein Teil des Belebtschlammes abgesondert wird und zum Belüftungstank zurückgeführt wird, um die Bakterienzucht hier wieder in Gang zu halten, so dass also eine fortlaufende Behandlung des Abwassers stattfindet.

Bei diesem Verfahren mittels Belebtschlamm kann unter günstigsten Bedingungen ein Abbau an BSBs bis zu 90% erreicht werden. Auch hierbei kann das anwesende Ammoniak wirkungsvoll oxidiert werden. Aber auch das Verfahren mittels Belebtschlamm ist nicht ohne Nachteile, die leicht auftreten können, wenn die Abwassermenge ansteigt, und durch andere Umstände, durch die das Erreichen des berechneten Ziels verhindert wird.

In den letzten Jahren ist eine andere Abwasser-Behandlung populär geworden, die mit einem Kontaktorgan arbeitet, der eine «drehende Schicht» aufweist, z. B. Tauchtropfkörper. Im allgemeinen weist dieses Kontaktorgan eine Vielzahl von Kunststoffscheiben auf, die verhältnismässig eng beieinander, aber voneinander distanziert angeordnet sind, um einen Zylinder zu bilden. Die Flächen dieser Scheiben stellen das Medium dar, auf denen die Bakterien und andere einfache Lebensformen gezüchtet und gehalten werden können. Im Gegensatz zu den Filterbetten beim Bodenfilter werden die Scheiben nur teilweise in das Abwasser eingetaucht und rotieren, um so eine ständige Nahrungs- und Sauerstoffzufuhr für die Mikroorganismen zu ergeben. Die Abscherkräfte, die auf die Organismen während der Drehung durch das Abwasser einwirken, haben zur Folge, dass die Zuchtschicht in grossen Masse von den Scheiben abgetragen wird und in das Flüssigkeitsgemisch gelangt. Durch die Drehung des Kontaktorgans wird eine Mischwirkung erzielt, durch die die Biomasse verteilt wird, und der Abwasserstrom trägt die Feststoffe aus der Anlage heraus zur nachfolgenden Klärung.

Dieses mit einer rotierenden Zuchtschicht arbeitende Verfahren unterscheidet sich vom Verfahren mit dem Bodenfilter

dadurch, dass es wirkungsvoller, also schneller arbeitet als ein stationäres Medium, und dass das Medium mehr Abwasser ausgesetzt ist. Das Verfahren mit der sich drehenden festen Zuchtschicht unterscheidet sich auch vom Verfahren, das mit Belebtschlamm arbeitet dadurch, dass die Zuchtschicht besser am Medium anhaftet als die verteilte Biomasse. Zusätzlich kann mit der rotierenden Zuchtschicht eine gleichmässige Behandlung durchgeführt werden, als es mit dem Bodenfilter der Fall ist. Es ist weiterhin der Vorteil gegenüber dem mit Belebtschlamm arbeitenden Verfahren vorhanden, da es weniger anfällig ist auf Änderungen der hydraulischen oder organischen Beschickung der Anlage.

Zum Verfahren, das mit der fest angeordneten Schutzschicht arbeitet, kann auf die US-PS 3 575 849 hingewiesen werden, aus der zwangsweise zur Drehung angetriebene Kontaktorgane in einem sekundären Absetzbehälter offenbart sind. Es wird auch darauf hingewiesen, dass solche zwangsläufig zur Drehung angetriebenen Kontaktorgane auch im Belüftungsbehälter einer mit Belebtschlamm arbeitenden Abwasser-Aufbereitungsanlage angeordnet werden können. Durch die US-PS 3 886 074 ist bereits die Verwendung von durch Luft zur Drehung angetriebenen Kontaktorganen bekannt.

Es wird die Schaffung eines Verfahrens bezweckt, mit dem eine Leistungsverbesserung ermöglicht wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass ein drehbares, biologisches Kontaktorgan teilweise in den Belüftungsbehälter eingetaucht wird, dass das Kontaktorgan gedreht wird, so dass auf den eingetauchten Flächen des Kontaktorgans Biomasse gezüchtet wird, die an den Flächen des Kontaktorgans anhaftet, und dass die Biomasse zum Teil aus den Mikroorganismen besteht, die im Belebtschlamm enthalten sind, und zum Teil aus Mikroorganismen besteht, die auf den Flächen des rotierenden Kontaktorgans entstehen.

Zur Durchführung des Verfahrens wird von einer Anlage ausgegangen, die einen primären Absetztank, einen Belüftungsbehälter, einen sekundären Absetztank und Mittel zum Rückführen von Belebtschlamm aus dem sekundären Absetztank zum Belüftungsbehälter versehen ist. Diese Anlage ist erfindungsgemäss gekennzeichnet durch ein drehbares, im Belüftungsbehälter angeordnetes biologisches Kontaktorgan, das teilweise eingetaucht in dem im Belüftungsbehälter vorhandenen Abwasser drehbar angeordnet ist, welcher Belüftungsbehälter auch zurückgeführten Belebtschlamm enthält, so dass auf dem drehenden Kontaktorgan eine Zucht von Mikroorganismen gebildet ist, und dass die Mikroorganismen sowohl solche Mikroorganismen umfassen, die in einer Belebtschlamm-Abwasser-Aufbereitungsanlage gebildet werden, als auch solche, die auf der Fläche des Kontaktorganes gebildet werden.

Es ist vorteilhaft, wenn die im Belüftungsbehälter vorhandene hydraulische Strömung zum Drehen des Kontaktorganes benutzt wird. Wenn beim mit Belebtschlamm arbeitenden Verfahren keine solche Strömung des Abwassers im Belüftungsbehälter vorhanden ist, so kann mit Vorteil eine zusätzliche Luftzuführung dazu benutzt werden um das Kontaktorgan mit dem Luftstrom zur Drehung anzutreiben.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren und der zur Durchführung dieses Verfahrens geeigneten Anlage kann eine Reinigungsleistung bis zu 90% erreicht werden, ohne dass nennenswerte zusätzliche Energiekosten entstehen. Zusätzlich können die nachteiligen Auswirkungen behoben werden, die sonst auftreten können, wenn der Abwasserzustrom stark ansteigt.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die hierzu geeignete Anlage können auf nur geringer Grundfläche durchgeführt bzw. installiert werden, und zwar wird weniger Grundfläche benötigt, als es bei den mit Belebtschlamm arbeitenden Verfahren und Anlagen der Fall ist.

Weiterhin können die Behandlung, die mit der festen Zucht-

schicht auf den Scheiben des Kontaktorgans arbeiten, in Reihe oder parallel durchgeführt werden.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Bild des Verfahrens einer üblichen Abwasserreinigungsanlage, die mit Belebtschlamm arbeitet,
- Fig. 2 einen Querschnitt durch eine schematische Darstellung eines Belüftungsbehälters einer mit Belebtschlamm und biologischen Kontaktorganen arbeitenden Abwasser-Aufbereitungsanlage als Ausführungsform der Erfindung, und
- Fig. 3 ein Diagramm zum Aufzeigen der mit dem erfindungsgemässen Verfahren erzielbaren Reinigungsleistung.

Aus Fig. 1 ist als Schaubild die Arbeitsweise einer üblichen Abwasser-Aufbereitungsanlage ersichtlich, bei der mit der üblichen Luftverteilung zur Belüftung des Abwassers gearbeitet wird. Hierzu sind Abänderungen der Anlagen, die mit Belebtschlamm arbeiten, möglich, wobei diese Ausbildungen teilweise mit reinem Sauerstoff arbeiten, verschieden starken Belüftungsgrad aufweisen, mit einer stufenweisen Belüftung arbeiten usw. Diese Modifikationen können auch mit Vorteil bei der bekannten Anlage nach Fig. 1 vorhanden sein. Im folgenden wird das Verfahren mit einer üblichen Abwasser-Aufbereitungsanlage erläutert, die mit Belebtschlamm arbeitet. Dieses Verfahren gilt im wesentlichen für alle mit Belebtschlamm arbeitenden Anlagen.

Das unbehandelte Abwasser fliesst über einen Zufluss 1 in einen Vorreiniger 2, wo eine einfache Sedimentation der im Abwasser vorhandenen, absetzbaren Feststoffe stattfindet. In diesem Klärbecken findet ferner eine Reduktion des biochemischen Sauerstoffbedarfes statt und in der Schwebelphase gehaltene Feststoffe werden entfernt. Dieser primäre Reinigungsvorgang kann durch Zusetzen von Chemikalien verbessert werden, so dass sich die im Abwasser befindlichen Feststoffe verstärkt absetzen.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass dann das Abwasser den Vorreiniger 2 verlässt und über eine Leitung 3 in einen Belüftungsbehälter 4 gelangt. Im oberen Teil dieses Belüftungsbehälters 4 wird das gesamte eintretende Abwasser mit dem über eine Leitung 5 zurückgeführten Belebtschlamm gemischt. Bei durchschnittlichem Haushalt-Abwasser beträgt die Menge des zurückgeführten Belebtschlammes etwa 20–30% des zu behandelnden Abwassers. Der Belebtschlamm wird in dem Masse zurückgeführt, dass im Flüssigkeitsgemisch im Belüftungsbehälter 4 ein Feststoffanteil im Bereich von 1000 bis 2500 ppm aufrechterhalten bleibt. Da der Belebtschlamm in steter Gegenwart von Abwasser selbst weiterwirkt, ist die Leistungsfähigkeit des Verfahrens abhängig von der ständigen Aufrechterhaltung von gelöstem Sauerstoff während der gesamten Zeit im zu behandelnden Abwasser. Die Umgebung selbst arbeitet aber nur ein wenig mit, ausser es sind genug «Arbeiter», wie z. B. Mikroorganismen, Pilze usw. vorhanden. In den Belüftungsbehältern der mit Belebtschlamm arbeitenden Aufbereitungsanlagen werden die Flocken bildenden biologischen Züchtungen fortwährend zirkuliert und gelangen in Berührung mit organischer Substanz im Abwasser in Anwesenheit von Sauerstoff. Der Sauerstoff wird üblicherweise durch Luftblasen in das Schlamm-Flüssigkeitsgemisch durch Luftverteiler oder Belüfter 6 eingebracht.

Die Luft wird üblicherweise im unteren Bereich des Belüftungsbehälters eingebracht, und zwar in der Grössenordnung von 0,03–0,045 m³/3,8 Liter Abwasser, oder es werden 27–33 m³ Luft benötigt um ein halbes Kilo biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB) zu entfernen.

Während des Belüftungsvorganges treten drei hauptsächliche Reaktionen ein. Zuerst findet eine schnelle Adsorption und Ausflockung von verteilten kolloidalen und gelösten

organischen Substanzen durch die verteilte Biomasse statt. Zweitens findet eine progressive Oxidation und ein Aufbau der adsorbierten Organismen mit dem Resultat statt, dass die organische Substanz ständig aus der Lösung entfernt wird. Drittens, hat die ständige Belüftung zur Folge, dass die Schlammpartikel oxidieren und sich verteilen. Das behandelte Abwasser fliesst dann aus dem Belüftungsbehälter 4 über eine Leitung 7 in einen Endreiniger 8, wo die Trennung der Feststoffe von der Flüssigkeit stattfindet. Der biologisch aktive Schlamm wird dann über eine Leitung 9 abgesondert und zum Teil über die Leitung 5 zum Belüftungsbehälter 4 zurückgeführt. Das aufbereitete Wasser wird über eine Leitung 15 weggeführt.

Das Flussdiagramm für eine modifizierte Belüftung sieht gleich aus. Der biologische Unterschied zwischen den beiden Systemen liegt darin, dass beim modifizierten Belüftungssystem eine kürzere Belüftungszeit verwendet wird. Und zwar beträgt die kürzere Belüftungszeit etwa 1½ bis 3 Stunden und es wird mit einer hohen Konzentration an Nahrung oder Abwasser im Verhältnis zur Menge von Mikroorganismen gearbeitet. Der Anteil von in der Flüssigkeit verteilten Feststoffe ist verhältnismässig gering, wogegen die organische Belastung gross ist. Der Abbau an BSB liegt beim modifizierten Belüftungsverfahren im Bereich von 60–70%. Diese Reinigungsleistung ist aber kaum genügend, wenn eine hohe Qualität des gereinigten Abwassers gewünscht wird. Beim Arbeiten nach dem erwähnten modifizierten Belüftungsverfahren treten aber auch einige Schwierigkeiten auf, die davon herrühren, dass der Schlamm schlechte Absetzeigenschaften aufweist, so dass also beim Abfluss 15 aus der Anlage eine grosse Ansammlung von schwebenden oder verteilten Feststoffen vorhanden ist.

Es wurde nun festgestellt, dass ein BSB-Abbau bis zu 90% bei einem mit Belebtschlamm arbeitenden Verfahren erzielt werden kann, wenn im Belüftungsbehälter Kontaktorgane angeordnet werden, die die erwähnte, fest angeordnete Zuchtschicht tragen, wobei auch ein minimaler Energieaufwand erforderlich ist. Wenn die richtigen Bedingungen herrschen, findet hierbei auch eine Nitrifikation statt.

Das zur Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens dienende drehbare, biologische Kontaktorgan besteht bevorzugterweise aus einer Vielzahl von gewellten Kunststoffscheiben mit grossem Durchmesser, die auf einer horizontalen Welle angeordnet sind. Aus Fig. 2, die einen Querschnitt durch das Kontaktorgan und den Belüftungsbehälter zeigt, ist ersichtlich, dass das Kontaktorgan 10 so im Belüftungsbehälter 11 angeordnet ist, dass etwa 40% der Aussenkontur der Kunststoffscheiben in das Abwasser eingetaucht sind, und dass der radial zuäusserst liegende Rand des Kontaktorgans mit einer Vielzahl von Taschen 12 versehen ist. Die Taschen 12 sind so ausgebildet, dass sie von der hydraulischen Strömung des Abwassers beaufschlagt werden, oder dass sie von der ausserhalb des Abwassers befindlichen Luft beaufschlagt werden, um das Kontaktorgan in Pfeilrichtung zu drehen. Die aus der US-PS 3 886 076 bekannten Kontaktorgane können gut zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens verwendet werden. Es kann jedoch auch eine andere Steuerung der im Belüftungsbehälter vorhandenen Strömung gewählt werden, um die zum Drehen des Kontaktorgans notwendige Kraft zu erhalten.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass die Taschen 12 vom Kontaktorgan Druckluft über eine zusätzliche Luftzuführung 13 erhalten können, um die Drehbewegung des Kontaktorgans zu erzielen. Wenn vorhanden, kann die Drehung des Kontaktorgans auch durch die aufsteigenden Luftblasen erzielt werden, wobei Luft aus einem Belüfter über eine Leitung 14 im Belüftungsbehälter 11 im unteren Bereich zugeführt wird. In den meisten Fällen ist dann eine Abzweigung von Druckluft zur

zusätzlichen Luftzuführung 13 unnötig. Die Verwendung der im Belüftungsbehälter vorhandenen hydraulischen Strömung zum Drehen des Kontaktorgans hat den wesentlichen Vorteil, dass die sowieso vorhandene Energie im Behälter zum BSB-Abbau dient, ohne dass zusätzliche Aufwendungen gemacht werden müssen. Die zusätzliche Luftzuführung 13 zum Leiten der Druckluft in die Taschen 12 dient zum Aufrechterhalten der notwendigen Kontaktorgandrehung in den Fällen, wenn mit einem Verfahren mit Belebtschlamm gearbeitet wird, bei dem keine hydraulische Strömung, also keine Bewegung im Abwassergemisch vorhanden ist. Üblicherweise ist für den Antrieb des biologischen Kontaktorgans ein erheblicher Energieaufwand erforderlich. Wenn jedoch die im Abwasser vorhandene hydraulische Strömung zum Antrieb des Kontaktorgans verwendet wird, sind keine zusätzlichen Energiekosten erforderlich.

Während sich das Kontaktorgan 10 langsam dreht, wobei etwa 40% der Aussenkontur ins Abwasser eingetaucht sind, setzen sich die im Abwasser vorhandenen Organismen sowohl wie diejenigen Organismen, die von Belebtschlamm stammen, der über die Rückführleitung in den Belüftungsbehälter zurückgeführt wurde, an den drehenden Flächen ab und vermehren sich, bis die Gesamtfläche des Kontaktorgans mit einer Schicht einer Biomasse bedeckt ist, die eine Dicke im Bereich von 1,2 bis 3,2 mm hat.

In der Praxis erscheint die Biomasse auf den Scheiben des Kontaktorgans als eine dünne filmartige Schicht, wenn man sie unter dem Mikroskop betrachtet, und enthält etwa 50 000 bis 100 000 mg/Liter suspendierter Feststoffe. Das Spektrum der Organismen zeigt eine hochaktive und wirksame biologische Masse. Für den Fall, dass die Biomasse entfernt und in das Flüssigkeits-Feststoffgemisch gebracht würde, würde das Verhältnis von Flüssigkeitsfeststoffgemisch zu suspendierten Feststoffen 10 000 bis 20 000 mg/Liter betragen. Die Biomasse weist eine grosse biologisch aktive Fläche auf, die viel grösser als die Fläche des Mediums, also der Scheiben, allein ist, und gewährleistet einen hohen Reinigungsgrad bei einer verhältnismässig kurzen Behandlungszeit.

Beim Drehen des Kontaktorgans 10 trägt das Medium, z. B. Kunststoffscheiben, einen Abwasserfilm in die Luft, worauf dann das Abwasser an der Fläche nach unten rieselt und aus der Luft Sauerstoff adsorbiert. Die Organismen in der Biomasse bauen dann beides ab, nämlich den gelösten Sauerstoff und die organische Substanz aus dem Abwasser. Weiterhin tritt ein Abbau von gelöster und kolloidaler organischer Substanz ein, wenn sich die Scheiben fortwährend durch das im Behälter 11 befindliche Abwasser drehen. Der nicht benutzte gelöste Sauerstoff wird mit dem Inhalt des Flüssigkeitsfeststoffgemisches gemischt, so dass ein Flüssigkeitsfeststoffgemisch mit einer gelösten Sauerstoffanreicherung erhalten wird. Gleichzeitig werden innerhalb der flockigen Biomasse der mit Belebtschlamm arbeitenden Anlage die organischen Substanzen adsorbiert und oxidiert.

Infolge der wirksamen biologischen Aktivität beim erfindungsgemässen Verfahrens ergibt sich eine geringere Abwasserschlammenge als bei einer einstufigen Abwasser-Aufbereitungsanlage gleicher Grösse. Aus diesem Grund sind auch die Schwierigkeiten und Kosten in der Erstellung und im Unterhalt gegenüber den bekannten Anlagen verringert. Wie bereits erwähnt, ergibt die am Boden oder nahe des Bodens vom Belüftungsbehälter 11 eingeführte Druckluft eine hydraulische Strömung des Behälterinhaltes und gleichzeitig wird Sauerstoff der suspendierten Kultur zur Beatmung zugeführt. Die Drehrichtung des Kontaktorgans 10 kann abhängig von seiner Anordnung im Belüftungsbehälter 11 gewählt werden. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass der ins Abwasser eingetauchte Teil des Kontaktorgans 11 mit einem horizontalen hydraulischen Geschwindigkeitsvektor drehen sollte. Falls gewünscht, kann

die Drehbewegung durch einen aus der zusätzlichen Luftleitung 13 austretenden Luftstrahl bewirkt oder unterstützt werden, wobei dieser aus der Leitung 13 austretende Luftstrahl vom Haupt-Druckluftstrom abzweigt wird. Es ist ersichtlich, dass beim gleichen Energieaufwand, mit dem bei einem üblichen oder modifizierten Belüftungsverfahren nach Fig. 1 gearbeitet wird, um einen Abbau des organischen Kohlenstoffs im Bereich von 60 bis 80% zu erzielen, eine Abwasser-Aufbereitungsanlage der erfindungsgemässen Art nach Fig. 2 betrieben werden kann, wobei ein Abbau von über 90% erzielt wird. Bei einem BSB₅-Abbau in dieser Grössenordnung findet auch eine Oxidation der stickstoffhaltigen Komponenten statt.

Die Leistungsfähigkeit des erfindungsgemässen Verfahrens kann aus folgender Aufstellung ersehen werden:

1. An jeder Stelle im Belüftungsbehälter 11 verhält sich die Wirkung vom Belüften 14 und die Wirkung mittels Drehorgan 10 derart, als wenn eines davon nicht vorhanden wäre. Das Drehorgan soll im folgenden mit der Abkürzung (DS) und jede der Wirkungen mit System bezeichnet werden.

2. Jedes System (und die Kombination der Systeme) hat einen BSB₅-Abbau gemäss der ersten Stufe.

Fehlt die Belüftung, so gilt für das DS die folgende Beziehung:

$$C/C_0 = e^{-k_1 t}$$

wobei, C_0 = ursprünglicher BSB₅-Wert ($t = 0$)

C = BSB₅-Wert zu beliebiger Zeit, t

k_1 = DS-Abbau Konstante

t = Behandlungszeit

Ist dagegen das Drehorgan (DS) nicht vorhanden, so gilt für die Belüftung folgende Beziehung:

$$C/CO = e^{-k_2 t}$$

wobei, k_2 = Belüftungsabbau-Konstante.

Es gilt daher für das gesamte System die folgende Formel, wobei angenommen ist, dass die DS-Scheiben sich über die gesamte Länge des Durchflusses erstrecken:

$$C/C_0 = e^{-(k_1 t + k_2 t)} \text{ Formel 1}$$

Es gilt weiterhin:

$$k_1 = \ln(1-P_1)/t \quad \text{Formel 2a}$$

und

$$k_2 = \ln(1-P_2)/t \quad \text{Formel 2b}$$

hierbei bedeutet:

P_1 = Anteil des BSB₅-Abbaues nur mit DS-System, in der Zeit t

P_2 = Anteil des BSB₅-Abbaues nur mit Belüftungssystem, in der Zeit t . Durch Kombination der Formeln 1, 2a, 2b ergibt sich:

$$C/C_0 = (1-P_1)(1-P_2).$$

Diese Beziehung ist in Fig. 3 anhand des prozentualen BSB₅-Abbaues gezeigt. Die in Fig. 3 wiedergegebene Darstellung basiert auf der Annahme, dass durch die Kombination der bekannten Belüftungsleistung mit der erwarteten DS-Leistung ein zu erwartender BSB₅-Abbau im ganzen System bestimmt werden kann. Diese Abschätzungen sollten im Hinblick auf die üblichen Leistungserwartungen anderer Anlagen beurteilt werden.

Das Verfahren mit dem Belebtschlamm und das Verfahren, das mit dem drehenden Kontaktorgan arbeitet, dessen Scheiben die festsitzende Biomassenschicht tragen, arbeiten beide in der Weise, dass sie unabhängig voneinander einen hohen BSB₅-Abbau für das Abwasser gewährleisten. Das rotierende Kontaktorgan trägt jedoch eine widerstandsfähige Biomasse, durch die sich noch zusätzliche Vorteile ergeben.

Die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens bei Abwasser-Aufbereitungsanlagen, die mit Belebtschlamm arbeiten, kann eine erhöhte Konstanz des Verfahrens in der Anlage zur Folge haben. Das mit Belebtschlamm arbeitende Verfahren ist im allgemeinen von der Belebtschlammrückführung abhängig, um zufriedenstellend zu arbeiten. Infolge eines übermässigen Zuflusses von Abwasser zu der Anlage, kann es vorkommen, dass vom End- oder Sekundärreiniger zu wenig Belebtschlamm in den Belüftungsbehälter zurückgeführt wird, so dass die Leistungsfähigkeit zusammenbricht, da zu wenig Belebtschlamm vorhanden ist, der jedoch erforderlich ist, um die Biomasse im Belüftungsbehälter aufzubauen. Es können sich weiterhin organische Klumpen bilden, so dass infolge dieser Schlammhaufen weniger Schlamm für den Rücklauf zur Verfügung steht. Das erfindungsgemässe Verfahren kann durch solche Einwirkungen nicht zusammenbrechen, da auf dem drehenden Kontaktorgan immer eine grosse Menge von biologischen Feststoffen festgehalten wird, um ein Einimpfen von biologisch aktivem Material für den Belüftungsbehälter zu erreichen. Beim erfindungsgemässen Verfahren ist auch die Anwendung des bekannten Verfahrens zum Vermindern der Ansammlung von stickstoffhaltigen Materialien im Abfluss der Anlage möglich. Beim mit Belebtschlamm arbeitenden Verfahren ist üblicherweise ein zweistufiges Arbeiten erforderlich, wobei mit gesonderten Belüftungs-, Absetzungs- und Schlammrückführungs-Systemen gearbeitet wird, um die Nitrifikation durchzuführen. Bei Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens jedoch kann ein einziges Behältersystem verwendet werden, um sowohl die kohlenstoffhaltige als auch die stickstoffhaltige, Sauerstoff bedürftige Substanz zu oxidieren.

Bei der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens in der Praxis wird bevorzugterweise die Drehung des Kontaktorgans durch die hydraulische Strömung bewirkt, die üblicherweise im Belüftungsbehälter herrscht. Jedoch kann die im Belüftungsbehälter vorhandene hydraulische Energie durch zusätzliche Luftantriebe oder mechanische Antriebe unterstützt werden, um das Kontaktorgan mit der gewünschten Drehzahl anzutreiben.

Neben der Oxidation von organischen Substanzen können die Belüftungsbehälter auch für andere Abwasserbehandlungen verwendet werden, wie z. B. zur wiederholten Schlammbelüftung und zur aeroben Schlammbehandlung. Das Verfahren kann bevorzugterweise in der Praxis dazu benutzt werden, um die Reaktivierung des Belebtschlammes zu verbessern, so dass sich eine verbesserte Leistung der Abwasseraufbereitung ergibt. Es kann letztlich aber auch benutzt werden, um den Schlamm noch weiter zu oxidieren, um die endgültig anfallende Schlammmenge noch zu verringern.

Beim Vergleich des bevorzugten Verfahrens mit den bisherigen Abwasserbehandlungen, kann man feststellen, dass die Herstellungskosten und die Betriebskosten bei der erfindungsgemässen Anlage niedriger sind. Die Unterschiede der jährlichen Kosten werden zusätzlich noch grösser, wenn man noch die steigenden Kosten für die Energie in Betracht zieht, wenn weiterhin die Kapital-Verzinsungs- und Amortisations-Kosten beachtet werden, wenn die Zinssätze für solche Anlagen in den Gemeinden steigen, und wenn das für die Erstellung von Abwasser-Aufbereitungsanlagen notwendige Bauland in den Gemeinden beschränkt ist.

Fig. 3

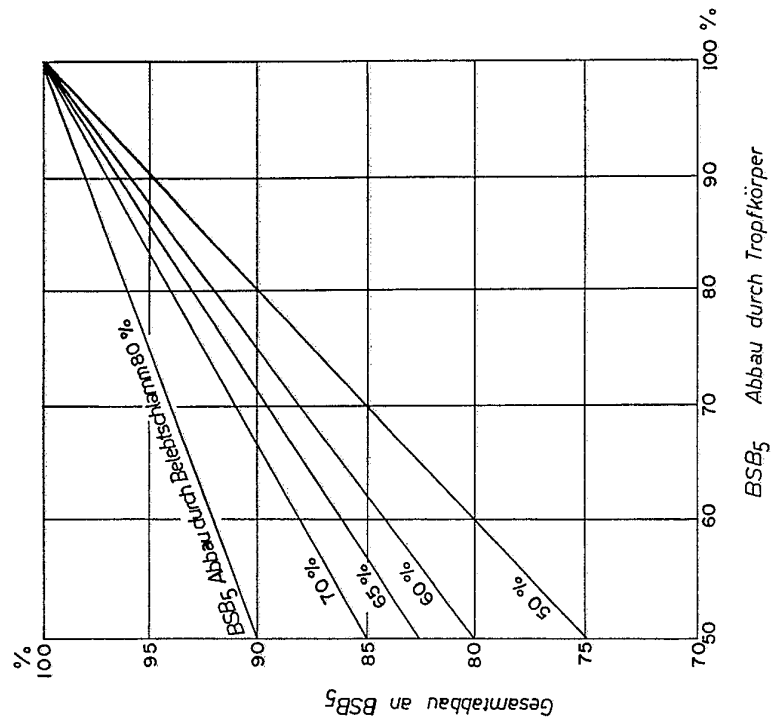


Fig. 1

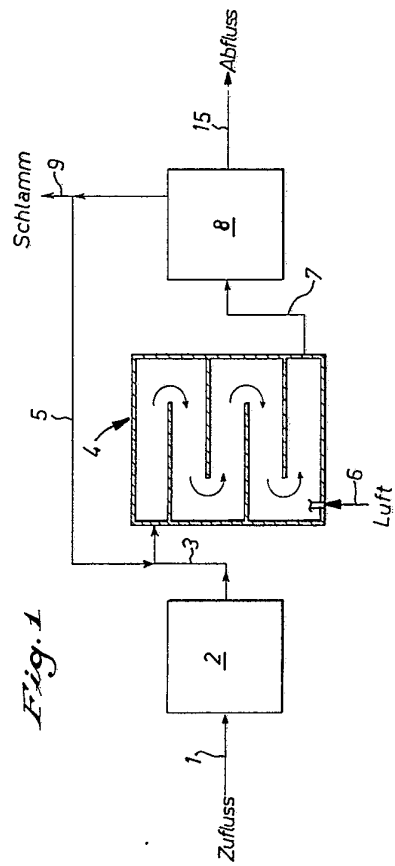


Fig. 2

