

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. April 2003 (24.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/033419 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C02F 3/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03997

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Oktober 2002 (16.10.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 50 946.4 16. Oktober 2001 (16.10.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ACO SEVERIN AHLMANN GMBH & CO. KG
[DE/DE]; Am Ahlmannkai, 24755 Rendsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÉG, Judit [DE/DE];
Wehlerdorfstrasse 28, 41472 Neuss (DE). MASCHKE,
Lutz [DE/DE]; Am Goldmorgen 21, 41469 Neuss (DE).
SCHÄFER, Friedrich [DE/DE]; Burgstrasse 2, 65558
Cramberg (DE). DIEFENBACH, Günter [DE/DE];
Rathausstrasse 5, 36269 Philippsthal (DE).

(74) Anwälte: BOHNENBERGER, Johannes usw.; Meiss-
ner, Bolte & Partner, Postfach 86 06 24, 81633 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTE WATER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BIOLOGISCHEN ABWASSERAUFBEREITUNG

(57) Abstract: The invention concerns a device and a method for biological treatment of waste water in particular for purification of waste water, mainly soiled with light materials, in particular oils and fats. Known methods for biological treatment of waste water have, among others, the drawback of the large dimension of their installations, which often makes it impossible to integrate them in existing buildings. The invention aims at providing a device and a method for biological treatment of waste water whereof the simple and efficient design has the smallest possible space requirement compared to the usual immersed bacteria beds or fixed beds. Therefor, the inventive device is designed in the form of a column bacteria bed and is characterized in that it provides a substantially vertical treatment process with little space requirement.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung insbesondere zum Reinigen von Abwässern, die überwiegend mit Leichtstoffen, insbesondere Ölen und Fetten verunreinigt sind. Nachteilig an den bekannten Verfahren zur biologischen Nachbehandlung der Abwässer sind u.a. der enorme Platzbedarf dieser Anlagen, der einen nachträglichen Einbau in bestehende Gebäude oftmals unmöglich macht. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung zur Verfügung zu stellen, welche die Abwassernachbehandlung auf der Basis einer einfachen und wirkungsvollen Konstruktion bei möglichst geringem Platzbedarf gegenüber herkömmlichen Tauchkörper- oder Festbettbiologien gewährleistet. Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, welche durch die Auslegung als Turmbiologie, d.h. eine im wesentlichen vertikale Verfahrensführung auf geringer Standfläche gekennzeichnet ist.



WO 03/033419 A2

Vorrichtung und Verfahren zur biologischen
Abwasseraufbereitung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur biologischen Abwasseraufbereitung nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung nach Anspruch 14.

5

Schmutz- und Niederschlagsabwässer sind möglichst unverzüglich, d.h. in frischem Zustand, sowie möglichst in freiem Gefälle aus dem Bereich der Siedlungen und der gewerblichen und industriellen Einrichtungen so abzuführen, daß für Mensch und
10 Natur kein Schaden entsteht. Dabei kann insbesondere zwischen kommunalem Schmutzwasser, bestehend aus häuslichem (Schmutzwasser aus Küchen, Waschküchen, Waschräumen, Baderäumen, Aborträumen und ähnlich genutzten Räumen), gewerblichem (Schmutzwasser aus Gewerbebetrieben) und industriellem (allen
15 wäßrigen Abgängen, die bei der industriellen Gewinnung, Verarbeitung und Herstellung von Rohstoffen und Gütern entstehen) Schmutzwasser unterschieden werden. Nach deutschen Industrienormen (DIN 1986 Teil 1.8.7) sind in Betrieben, in denen fetthaltiges Wasser anfällt, Fettabscheider nach DIN 4040
20 einzubauen. Vereinfacht bedeutet dies, daß fetthaltige oder ölhaltige Abwässer im kommunalen oder industriellen Bereich über Abscheideanlagen, bestehend aus Schlammfang und dem eigentlichen Fettabscheider, in die Kanalisation abzuleiten sind. Grundlage für Bemessung, Einbau und Betrieb ist die DIN
25 4040 in allen ihren Teilen.

Dadurch, daß Fette und Öle in Kanalsystemen und Kläranlagen in vielfältiger Weise problematische Substanzen darstellen,

werden hier für die Abwässer bestimmte Grenzwerte festgelegt, die am Ablauf der Abscheideanlage gemessen werden. Im Vordergrund stehen lipophile Stoffe, d.h. der Anteil an Restfett, das vom Abscheider nicht zurückgehalten wird. Ein weiterer
5 Summenparameter, der von den Kommunen oft herangezogen wird, ist der CSB-Wert (chemischer Sauerstoffbedarf). Die Grenzwerte für die lipophilen Stoffe liegen gemäß Vorgaben des ATV-DVWK (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.) bei 250 mg pro Liter, und für den chemischen
10 Sauerstoffbedarf bei 600 mg pro Liter.

Allerdings werden im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung andere Grenzwerte in den Abwassersatzungen festgeschrieben. Insbesondere wird die Einleitung von lipophilen Stoffen teilweise auf Werte von 50 bis 100 mg/Liter begrenzt. Bei Überschreitung drohen dem Betreiber Starkverschmutzerzuschläge. Die heutigen Abscheideanlagen sind, auch wenn es sich um moderne Konstruktionen handelt, nicht in der Lage den geforderten Grenzwert von 250 mg/l oder darunter einzuhalten.
20

Einer der Gründe ist in der Verwendung moderner Reinigungsmittel/Desinfektionsmittel im Küchenbereich zu sehen. Dieser Effekt wird durch Überdosierung der genannten Mittel noch verstärkt. Moderne Reiniger bilden äußerst stabile Emulsionen, so daß das physikalische Prinzip der Trennung von Flüssigkeiten durch unterschiedliche Dichten, nach dem alle Abscheider arbeiten, unterlaufen wird. Dies zeigt sich vor allem in einer differenzierten Analytik, bei der im Falle der lipophilen Stoffe, nach emulgierten und nicht emulgierten
25 Fetten unterschieden wird. Dabei zeigt sich, daß nicht emulgierte Bestandteile (Fette) fast vollständig von modernen Abscheideanlagen zurückgehalten werden, während emulgierte Fette (Öle) den Abscheider fast ungehindert passieren und damit für die teilweise drastischen Grenzwertüberschreitungen verantwortlich sind.
30
35

Ein Ausweg zur Lösung dieses Problems besteht in einer Nachbehandlung der Abwässer hinter dem Abscheider. Aus dem Stand der Technik sind hier Flotationsanlagen zu nennen, welche mit
5 Chemikalienzusatz nach dem Prinzip Flockung und Flotation arbeiten, oder reine Druckentspannungsflotationsanlagen.

Nachteilig bei diesen Verfahren sind aber die nicht unerheblichen Folgekosten an Chemikalieneinsatz bzw. die entstehenden
10 Energiekosten. Die Flotatschwämme werden entweder in einem Stapelbehälter gesammelt oder direkt in den Abscheider zurückgeführt und zusammen mit den Fetten entsorgt.

Seit einiger Zeit werden alternativ Membranen als reine physikalische Verfahren zur Abwassernachbehandlung angeboten. In
15 der Praxis zeigt sich jedoch, daß momentan zur Verfügung stehende Membranen aufgrund der hohen Belastung anfällig gegen Störungen sind. Hier sind vor allem Verblockung und Foulingprozesse zu nennen. Dies bedingt einen erhöhten Wartungsaufwand, eine verkürzte Lebensdauer der Membranen, hohen
20 Energieeinsatz und damit beträchtliche Betriebskosten. Ein weiterer Nachteil der Membranen besteht in der Empfindlichkeit gegenüber Stillstandszeiten der Anlage.

25 Eine weitere Möglichkeit besteht in der biologischen Nachbehandlung der Abwässer mittels einer Festbettbiologie. Zur Zeit werden diesbezüglich nur sehr wenige Konzepte auf dem Markt angeboten. Hier sind in erster Linie belüftete Tauchkörperbiologien zu nennen, die zum Teil mit einer Druckentspannungsflotation kombiniert werden. In der Praxis
30 zeigt sich, daß damit auch die schärfsten Grenzwerte bezüglich lipophiler Stoffe unterschritten werden können. Als besonderer Nachteil erweist sich jedoch der enorme Platzbedarf dieser Anlagen, der einen nachträglichen Einbau in bestehende
35 Gebäude oftmals unmöglich macht.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung zur Verfügung zu stellen, welche die Abwassernachbehandlung auf
5 der Basis einer einfachen und wirkungsvollen Konstruktion bei möglichst geringem Platzbedarf gewährleistet. Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 14 gelöst.

10 Ein Kerngedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Aufgabe durch eine Vorrichtung zur biologischen Abwasseraufbereitung zu lösen, welche durch die Auslegung als Turmbiologie, d.h. eine im wesentlichen vertikale Verfahrensführung gekennzeichnet ist. Diese Vorrichtung kann insbesondere zum
15 Reinigen von Abwässern, die überwiegend mit Leichtstoffen, insbesondere Ölen und Fetten verunreinigt sind, eingesetzt werden.

Das Abwasser wird dabei aus der Fettabscheideanlage über einen
20 Zulauf in einem auf die Nenngröße der Fettabscheideanlage ausgelegten Stapelbehälter zwischengespeichert und von dort automatisch in eine biologische Stufe gefördert. Diese besteht aus einem Reaktorbehälter, welcher eine Einlaufleitung zum Zuführen des Abwassers aus dem Stapelbehälter zu einem
25 unteren Bodenbereich des Reaktorbehälters umfaßt. Im unteren Bodenbereich ist mindestens eine Wirbelschicht derart angeordnet, daß diese vom einströmenden Abwasser durchströmt wird. In der Wirbelschicht werden Emulsionen mikrobiologisch abgebaut und sinken als Klärschlamm auf den Boden des Reaktorbehälters. Durch eine Gaseinführeinrichtung zum Einführen
30 eines Gases, insbesondere von Luft unterhalb der Wirbelschicht wird durch die Gasblasen des eingeführten Gases zum einen die Strömung des einströmenden Abwassers verstärkt, zum anderen ein aerober Abbau emulgierter Fette in der Wirbelschicht gewährleistet. Oberhalb der Wirbelschicht, aber un-
35

terhalb eines Flüssigkeitsspiegels im Reaktorbehälter ist eine Entnahmeeinrichtung zum Entnehmen von gereinigtem Abwasser angeordnet. Über eine Rückführleitung kann Flüssigkeit oberhalb der Wirbelschicht entnommen und zum Stapelbehälter zurückgeführt werden. Dadurch wird insbesondere das Überschreiten eines maximalen Flüssigkeitsspiegels im Reaktorbehälter sicher vermieden, zum anderen kann eine Verdünnung des aus der Fettabscheideanlage zwischengespeicherten Abwassers mit schon gereinigtem Abwasser erzielt werden.

Durch die neuartige Anordnung der Wirbelschicht im Reaktorbehälter in der aufsteigenden und durch das eingetragene Gas verstärkten Strömung wird eine im wesentlichen vertikale Prozeßführung vorgenommen, welche gegenüber herkömmlichen Technologien eine wesentlich geringere Standfläche für den Reaktorbehälter notwendig macht. Gleichzeitig kann durch - Anpassung der Wirbelschichtabmessungen sowie der Eindosierung des Gases über z.B. zeitgetaktete Membranen für einen besonders feinperligen Sauerstoffeintrag die Abwasseraufbereitung an spezifische Verschmutzungskomponenten und -Grade angepaßt werden.

In bevorzugter Weise umfaßt die Wirbelschicht eine Füllung aus Festkörpern, die in einem umgrenzten Raum mit einer siebartigen oberen und/oder unteren Begrenzungsfläche gehalten sind. Durch die Füllung aus Festkörpern entsteht eine im Vergleich

zum Durchtrittsquerschnitt der Strömung durch die Wirbelschicht sehr viel größere Abbaufäche für biologische Prozesse. Dabei können sowohl suspendierte Stoffe, kolloidal und echt gelöste organische und anorganische Stoffe hauptsächlich durch mikrobielle Stoffwechselprozesse aus dem Abwasser eliminiert oder in unschädliche Verbindungen umgewandelt werden. Für eine besonders effiziente Abwasseraufbereitung ist dabei

grundsätzlich die Größe der Ansiedlungsfläche für Mikroorganismen entscheidend.

Von besonderem Vorteil ist deshalb, wenn die Festkörper zur
5 Bildung von Bewuchsflächen, insbesondere als Kunststoffkörper
ausgebildet sind. Kunststoff bieten dabei aufgrund seiner
spezifischen Oberflächeneigenschaften das technische Gegen-
stück zu den mit Mikroorganismen besiedelten Krumen und Kör-
nern des Bodens, die bei der Abwasserlandbehandlung die Rei-
10 nigung bewirken.

Von besonderem Vorteil ist es weiterhin, wenn die Dichte der
Festkörper nur wenig größer als 1 g/m^3 ist. Damit sind die
Festkörper nur etwas schwerer als Wasser, wodurch sie durch
15 die in der Wirbelschicht aufsteigenden Strömung in der Schwe-
be gehalten werden können. Dadurch ist aber auch eine Bewe-
gung der Festkörper in allen Freiheitsgraden gewährleistet,
was zu einer guten Durchmischung des aufsteigenden Abwassers
mit den Festkörpern führt, und wodurch wiederum der mikrobio-
20 logische Energiestoffwechsel zum Abbau insbesondere lipophi-
ler Verunreinigungen gefördert wird.

In bevorzugter Weise werden die Begrenzungsflächen der Wir-
belschicht als Lochblech ausgebildet. Zum einen wird dadurch
25 der Reaktionsraum zur Nachbehandlung der Abwässer begrenzt,
d.h. ein nicht erwünschtes Absinken bzw. zu weites Aufsteigen
der Festkörper wird verhindert, zum anderen bilden sich hin-
ter Lochblechen entsprechende Verwirbelungen, welche das auf-
steigende Abwasser nicht auf kürzestem Wege durch die Wirbel-
30 schicht hindurchtreten läßt, sondern für eine gewisse Ver-
weildauer und damit erhöhte Behandlungszeit für den intensi-
ven mikrobiologischen Abbau sorgt. Die Größe der Löcher kann
dabei so gewählt werden, daß zum einen der in der Wirbel-
schicht anfallende Klärschlamm problemlos durch die Begren-
35 zungsfläche in den unteren Bodenbereich des Reaktors absinken

kann, zum anderen die Festkörper in dem umgrenzten Bereich gehalten und der aufsteigenden Strömung kein zu großer Widerstand entgegengesetzt wird.

5 Bevorzugt werden die Wirbelschicht in zwei, in vertikaler Richtung voneinander getrennte Bereiche unterteilt und die Gaseinführeinrichtung derart angeordnet, daß eine erste, von den Gasblasen und dem Abwasser nach oben durchströmte Wirbelschicht für aeroben Abbau und eine zweite, vom Abwasser nach
10 unten durchströmte Wirbelschicht für aneroben Abbau gebildet wird. Damit erweitert sich das Einsatzspektrum des beschriebenen Bioreaktors um den anaeroben Abbau weiterer Verschmutzungskomponenten ähnlich einem Teichverfahren (aerob-anaerob) zur Reinigung des Abwassers.

15 Bevorzugt werden dabei die erste und die zweite Wirbelschicht konzentrisch zueinander angelegt. Die Anordnung beider Wirbelschichten in dieser Art und Weise unterstützt dabei das erfindungsgemäße Konzept einer im wesentlichen vertikalen Prozeßführung (Turmbiologie) des hier beschriebenen Reaktors mit dem schon erwähnten Vorteil einer gegenüber herkömmlichen Abwasseraufbereitungsanlagen reduzierten Standfläche. Des
20 weiteren wird durch die konzentrische Anordnung beider Wirbelschichten ein Aufbereitungskreislauf durch das Rückführen der die zweite Wirbelschicht verlassenden Abwässer zur ersten
25 Wirbelschicht ermöglicht. Dadurch wird eine besonders intensive Abwasseraufbereitung sichergestellt.

Ein weiterer Vorteil entsteht dadurch, daß die Entnahmeeinrichtung eine vom gereinigten Abwasser durchströmbare Membran faßt. Dadurch werden eventuell noch im Abwasser vorhandene Schwebeteilchen vor der Entnahme abgeschieden und sinken e-
30 benfalls auf den Reaktorboden.

Für die Entnahme von gereinigtem Abwasser werden in bevorzugter Weise Pumpeinrichtungen zur Erzeugung eines Unterdrucks auf einer stromabwärts liegenden Seite der Membran eingesetzt. Damit ist eine gezielte Mengenenentnahme von gereinigtem
5 Abwasser aus dem Bioreaktor möglich. Gleichzeitig können durch die Pumpeinrichtungen eventuelle Höhenunterschiede zum Einlauf der Kanalisation überwunden werden.

In bevorzugter Weise umfassen die Pumpeinrichtungen Strömungsumkehrreinrichtungen zum Rückspülen der Membran. Da sich
10 beim Ansaugen des gereinigten Abwassers an der Außenseite der Membran üblicherweise Schwebeteilchen ansammeln, welche unter Umständen zu einer Blockade der Membran führen können, kann durch das Rückspülen der Membran mittels der Pumpeinrichtung
15 eine einfache Reinigung erzielt werden.

Von besonderem Vorteil ist es weiterhin, wenn die Gaseinführungseinrichtung Verteileinrichtungen, die insbesondere in Membrantechnik ausgebildet sind, und Pumpeinrichtungen zum Zuführen von Luft umfaßt. Die Verteileinrichtungen werden dabei
20 als modernst verfügbare Membrantechnik ausgeführt, worüber der Sauerstoffeintrag durch eine Pumpe erfolgt. Ein besonders feinperliger Sauerstoffeintrag wird dadurch erzielt, daß eine zeitgetaktete Zuführung über eine regelbare Pumpe vorgenommen
25 wird.

Die Steuerung der Auslastung des Bioreaktors wird vorzugsweise dadurch vorgenommen, daß Pumpeinrichtungen zum Zuführen des Abwassers vom Stapelbehälter zum Reaktorbehälter vorgesehen
30 sind. Entsprechend der Menge anfallenden fetthaltigen Abwassers vom Fettabscheider kann so die Zufuhr zum Bioreaktor erhöht oder vermindert werden. Damit gekoppelt kann auch eine entsprechende Regelung der Gaseinführungseinrichtung für höheren oder geringeren Gaseintrag in den Bioreaktor verbunden sein.

Von Vorteil ist weiterhin, wenn eine Schlammabzugseinrichtung zum Abziehen von Schlamm vom Bodenbereich des Reaktorbehälters und zu dessen Abführung insbesondere in den Stapelbehälter vorgesehen ist. Dafür kann z.B. die Pumpeinrichtung zum
5 Zuführen des Abwassers vom Stapelbehälter zum Reaktorbehälter genutzt werden, welche rücklaufend betrieben wird.

Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung gelöst, welches die Verfahrensschritte a) Einleiten eines Gases, insbesondere von Luft, in
10 Form feiner Gasblasen in das zu reinigende Abwasser, b) Führen des mit Gasblasen versetzten Abwassers durch eine Wirbelschicht oder erste Wirbelschicht, insbesondere für aeroben Abbau c) Filtern zumindest eines Hauptstromes des aus der
15 Wirbelschicht bzw. ersten Wirbelschicht austretenden Abwassers mit Hilfe einer Membrane und d) Entnehmen des aus der Membrane austretenden Abwassers zur Weiterverwendung umfaßt. Unter anderem durch das Einleiten des Gases in das zu reinigende Abwasser entsteht eine aufwärts gerichtete Strömung,
20 welche in der Wirbelschicht einer mikrobiologischen Behandlung unterworfen wird, so daß schließlich nach dem Austreten des dort gereinigten Abwassers eine mechanische Filterung vor der Entnahme zur Weiterverwendung ausreicht. Durch in der
Wirbelschicht unter aeroben Bedingungen erfolgenden Abbau lipophiler Stoffe, insbesondere emulgierter Fette, fallen Klärschlämme an, welche entgegen der vertikalen Prozeßführung
25 nach unten sinken und dort einfach entsorgt werden können.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn bei dem erfindungsgemäßen
30 Verfahren vor dem Schritt b) die weiteren Schritte b1) Zuführen wenigstens eines Teilstromes des aus der ersten Wirbelschicht austretenden Abwassers durch eine zweite Wirbelschicht, insbesondere für anaeroben Abbau und b2) Rückführung des aus der zweiten Wirbelschicht austretenden Teilstromes
35 des Abwassers zum Schritt a) durchgeführt werden. Damit wird

das Aufbereitungsspektrum des Verfahrens auf einfache Weise in den anaeroben Bereich ausgeweitet, wodurch insbesondere eine Reduktion des Klärschlammes erzielt wird. Durch den mehrfachen Umlauf zumindest einer Teilmenge des Abwassers
5 wird die Effizienz der Aufbereitung zum einen erhöht, zum anderen auf weitere Verunreinigungs-komponenten ausgeweitet.

Da zu den Vorbedingungen für den Erfolg der biologischen Behandlung zunächst eine unkritische Grenzkonzentration von
10 Schadstoffen vorliegen sollte, ist es von Vorteil, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vor dem Schritt a) das zu reinigende Abwasser durch Vermischen eines Teilstromes des im wesentlichen aus der Wirbelschicht oder ersten Wirbelschicht austretenden Abwassers mit fetthaltigem Abwasser gebildet
15 wird. Insbesondere bei sehr stark verschmutzten Abwässern kann ein solcher Kreisprozeß so lange durchgeführt werden, bis das gereinigte Abwasser in einer erwünschten Qualität vorliegt.

20 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Bioreaktor für aeroben Abbau; und

25 Fig. 2 einen Bioreaktor für aeroben-anaeroben Abbau.

In Fig. 1 ein Stapelbehälter 110 über einen Zulauf 111 mit fetthaltigem Abwasser beschickt. An den Stapelbehälter 110 schließt sich ein Reaktorbehälter 120 an, in dessen unteren
30 Bodenbereich 122 das Abwasser über eine Einlaufleitung 121 zugeführt wird. Das Abwasser füllt den Reaktorbehälter 120 bis zu einem Flüssigkeitsspiegel 123 unterhalb einer Rückführleitung 124 in den Stapelbehälter 110. In dem Reaktorbehälter 120 ist eine Wirbelschicht 130 angeordnet, in welcher,

durch Begrenzungsflächen 132, 133 Festkörper 131 gehalten werden.

Oberhalb der Wirbelschicht 130 ist eine Entnahmeeinrichtung
5 150 mit einer Membran 151 vorgesehen, über welche das Klarwasser abgezogen werden kann. Unterhalb der Wirbelschicht 130 befindet sich eine Gaseinführeinrichtung 160 mit Verteileinrichtungen 161 zum Zuführen von feinperligen Luftblasen. Sowohl die Einlaufleitung 121 wie auch die Entnahmeeinrichtung
10 150 und die Gaseinführeinrichtung 160 sind mit entsprechenden Pumpeinrichtungen 170, 171 und 172 bestückt.

In dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bestehen die Festkörper 131 aus Kunststoffkörpern mit einer Dichte,
15 die geringfügig über eins liegt. Auf der Oberfläche der Festkörper 131 siedeln sich Mikroben an, deren Stoffwechselprozesse zum Abbau fetthaltiger Emulsionen führen, bei denen Klärschlamm anfällt, welcher in den unteren Bodenbereich 122 des Reaktorbehälters 120 absinkt. Der feinperlige Lufteintrag
20 über die Verteileinrichtungen 161 der Gaseinführeinrichtung 160 unterhalb der Wirbelschicht 130 sorgt zusammen mit der Abwasserzuführung über die Einlaufleitung 121 zu einer aufsteigenden Strömung, welche zur Verwirbelung der Festkörper 131 in der Wirbelschicht 130 und zu einem im wesentlichen aeroben Abbauprozess führt. Die Begrenzungsflächen 132, 133 sind
25 als Lochbleche ausgeführt, wobei das Volumen über dem oberen Lochblech als Beruhigungszone für die Strömung dient.

In dieser Zone wird das Klarwasser unter Filterung eventueller
30 Schwebeteilchen mittels der Entnahmeeinrichtung über die Membran 151 mittels der Entnahmevorrichtung 150 in einen Zwischenspeicher abgezogen, und schließlich in die Kanalisation eingeleitet. Zur Säuberung der Membran 151 kann die Pumpeinrichtung 171 unter Verwendung des Zwischenspeichers im Rück-

spülbetrieb eingesetzt werden, wodurch eine frühzeitige Blockade der Membran 151 verhindert wird.

Über die Rückführleitung 124 vom Reaktorbehälter 120 in den
5 Stapelbehälter 110 wird zuviel eingebrachtes Abwasser mit dem
Vorteil der Vermischung des fetthaltigen Abwassers im Stapel-
behälter 110 vor der Behandlung im Reaktorbehälter 120 zu-
rückgeführt. Dadurch ist insbesondere eine Regelung der Pump-
einrichtung 172 für die Abwasserzuführung nicht unbedingt er-
10 forderlich. Diese kann bei Bedarf (hoher Abwasseranfall),
insbesondere in Verbindung mit der verstärkten Gaszuführung
über die Pumpeinrichtung 170 jedoch vorgenommen werden.

In Fig. 2 wird ein Stapelbehälter 210 über ein Zulauf 211 von
15 einem Fettabscheider mit fetthaltigem Abwasser beschickt. An
den Stapelbehälter 210 schließt sich ein Reaktorbehälter 220
an, welcher über eine Einlaufleitung 221 mit Abwasser vom
Stapelbehälter 210 versorgt wird. In dem Reaktorbehälter 220
befindet sich eine erste Wirbelschicht 230, in welcher Fest-
20 körper 231 durch eine obere und untere Begrenzungsfläche 232,
233 gehalten werden.

Konzentrisch um den inneren Zylinder mit der ersten Wirbel-
schicht 230 ist eine zweite Wirbelschicht 240 im Reaktorbe-
25 hälter 220 angeordnet. In dieser befinden sich wiederum Fest-
körper 241, welche durch eine obere und eine untere Begren-
zungsfläche 242, 243, gehalten sind. Diese, nach unten durch-
strömten Festkörper können eine Dichte etwas unterhalb von 1
haben, was die Durchströmung begünstigt. Oberhalb dieser An-
30 ordnung und unterhalb eines Flüssigkeitsspiegels 223 im Reak-
torbehälter 220 ist eine Entnahmeeinrichtung 250 mit einer
Membran 251 angebracht. Bei Überschreiten des Flüssigkeits-
spiegels 223 im Reaktorbehälter 220 kann dabei gereinigtes
Abwasser über eine Rückführleitung 224 in den Stapelbehälter
35 210 zurückgelangen. Unterhalb der Wirbelschichten 230 und 240

im unteren Bodenbereich 222 des Reaktorbehälters 220 ist eine Gaseinführeinrichtung 260 mit Verteileinrichtungen 261 angeordnet, über welche ein feinperliger Gaseintrag in das Abwasser erfolgt. Zum Entnehmen des Klarwassers ist weiterhin eine
5 Pumpeinrichtung 271, zum Zuführen des Abwassers eine Pumpeinrichtung 272 und zum Zuführen des Gases eine Pumpeinrichtung 270 vorgesehen.

Wie in Fig. 1 schon beschrieben, erzeugt der Gaseintrag über
10 die Verteileinrichtungen 261 zusammen mit der Zuleitung des Abwassers in den unteren Bodenbereich 222 des Reaktorbehälters 220 eine aufsteigende Strömung, welche zunächst durch die Wirbelschicht 230 tritt. Ein Teilstrom des aus der Wirbelschicht 230 austretenden Abwassers wird schließlich zur
15 Wirbelschicht 240 geführt und gelangt coaxial und entgegen dem aufsteigenden Abwasserstrom in den Bereich des Gaseintrags von der Gaseinführeinrichtung 260 zurück. Durch den innen liegenden Zylinder aus Stahlblech, in dem sich die Wirbelschicht 230 befindet, ergibt sich damit eine Kombination
20 aus Wirbelschicht und Schlaufenreaktor. Das so gereinigte Abwasser gelangt über einen Teilstrom in den oberen Bereich des Reaktorbehälters 220 und wird über die Entnahmeeinrichtung 250 unter mechanischer Filterung durch die Membran 251 abgezogen. Die Füllkörper 231 der Wirbelschicht 230 werden durch
25 den Aufwärtsstrom mitgerissen, wodurch Abwasser, Füllkörper 231 und O₂ gründlich durchmischt werden. Der Abbau findet hier vor allem unter aeroben Bedingungen statt. In dem Bereich zwischen innerem Zylinder und äußerer Reaktorwand findet der Abbau dagegen unter Bedingungen statt, die mehr einem
30 anaeroben Milieu gleichen. Anfallender Überschussschlamm wird vom Reaktorboden von der im Umkehrbetrieb laufenden Pumpeinrichtung 272 abgezogen und in den Stapelbehälter 210 gepumpt.

Grundsätzlich erlauben die Änderung der Anströmgeschwindigkeit
35 keit (Zuströmgeschwindigkeit des Abwassers zum Reaktorbehälter

- ter 230 zusammen mit der Menge des Gaseintrages über die Gaszuführeinrichtung 160, 260), des Teilungsverhältnisses vom umlaufenden zum entnommenen Abwasserstromes, die Größe der Membranflächen 151, 251, die Füllhöhe der Wirbelschichten 130, 230, 240, die Füllkörpergröße 131, 231, 241 und deren Oberflächenbeschaffenheit eine weitere Anpassung der Leistungsfähigkeit des Hochleistungsreaktors an die Abwasserqualität, ohne die Dimensionen des Reaktors selbst zu ändern.
- 10 An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß alle oben beschriebenen Teile für sich alleine gesehen und in jeder Kombination, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellten Details als erfindungswesentlich beansprucht werden. Abänderungen hiervon sind dem Fachmann geläufig.

15

Bezugsziffernliste

Ziffer	Teil
110;210	Stapelbehälter
111;211	Zulauf
120;220	Reaktorbehälter
121;221	Einlaufleitung
122;222	Unterer Bodenbereich
123;223	Flüssigkeitsspiegel
124;224	Rückführleitung
130	Wirbelschicht
131;231,241	Festkörper
132,133;232,233,242,243	Begrenzungsfläche
150;250	Entnahmeeinrichtung
151;251	Membran
160;260	Gaseinführeinrichtung
161;261	Verteileinrichtung
170;270	Pumpeinrichtung Gaszuführung
171;271	Pumpeinrichtung Entnahme
172;272	Pumpeinrichtung Abwasserzuführung
230	Erste Wirbelschicht
240	Zweite Wirbelschicht

20

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur biologischen Abwasseraufbereitung, insbesondere zum Reinigen von Abwässern, die überwiegend mit Leichtstoffen, insbesondere Ölen und Fetten verunreinigt sind,
u m f a s s e n d
- einen Stapelbehälter (110; 210) mit einem Zulauf (111; 211) zum Zuführen des Abwassers in den Stapelbehälter (110; 210);
 - einem Reaktorbehälter (120; 220), umfassend eine Einlaufleitung (121; 221) zum Zuführen von Abwasser aus dem Stapelbehälter (110; 210) zu einem unteren Bodenbereich (122; 222) des Reaktorbehälters (120; 220);
 - mindestens eine Wirbelschicht (130), die über dem unteren Bodenbereich (122; 222) derart angeordnet ist, daß diese vom einströmenden Abwasser durchströmt wird;
 - eine Entnahmeeinrichtung (150; 250) zum Entnehmen von gereinigtem Abwasser, die oberhalb der Wirbelschicht (130), aber unterhalb eines Flüssigkeitsspiegels (123; 223) im Reaktorbehälter (120; 220) angeordnet ist;
 - eine Rückführleitung (124; 224) zum Entnehmen von Flüssigkeit oberhalb der Wirbelschicht (130) und zum Zurückführen in den Stapelbehälter (110; 210);
 - eine Gaseinführeinrichtung (160; 260) zum Einführen eines Gases, insbesondere von Luft unterhalb der Wirbelschicht (130) derart, daß durch Gasblasen des eingeführten Gases die Strömung des einströmenden Abwassers verstärkt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Wirbelschicht (130) eine Füllung aus Festkörpern (131) umfasst, die in einem umgrenzten Raum mit einer

siebartigen oberen und/oder unteren Begrenzungsfläche (132, 133) gehalten sind.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 2,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Festkörper (131) zur Bildung von Bewuchsflächen, insbesondere als Kunststoffkörper ausgebildet sind.
- 10 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 3,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Dichte der Festkörper (131) nur wenig grösser als 1
[g/cm³] ist.
- 15 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 2,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Begrenzungsfläche (132, 133; 232, 233, 242, 243) als
20 Lochblech ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
25 die Wirbelschicht (130) in zwei, in vertikale Richtung
voneinander getrennte Bereiche unterteilt und die Gaseinführeinrichtung (160; 260) derart angeordnet ist, daß eine erste, von den Gasblasen und dem Abwasser nach oben durchströmte Wirbelschicht (230) für aeroben Abbau und
30 eine zweite, vom Abwasser nach unten durchströmte Wirbelschicht (240) für anaeroben Abbau gebildet sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 6,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

die erste und die zweite Wirbelschicht (230,240) konzentrisch zueinander verlaufen.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
die Entnahmeeinrichtung (150;250) eine vom gereinigten Abwasser durchströmbare Membran (151;251) umfasst.
- 10 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 8,
 dadurch gekennzeichnet, daß
die Entnahmeeinrichtung (150; 250) Pumpeinrichtungen zur Erzeugung eines Unterdruckes auf einer stromabwärts liegenden Seite der Membran umfasst.
15
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 9,
 dadurch gekennzeichnet, daß
20 die Pumpeinrichtung Strömungsumkehrreinrichtungen zum Rückspülen der Membran umfasst.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
die Gaseinführeinrichtung (160; 260) Verteileinrichtungen (161; 261), die insbesondere als Membran ausgebildet sind, und Pumpeinrichtungen (170; 270) zum Zuführen von Luft umfasst.
30
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 1,
 gekennzeichnet durch

Pumpeinrichtungen (172; 272) zum Zuführen des Abwassers vom Stapelbehälter (110; 210) zum Reaktorbehälter (120; 220).

- 5 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine Schlammabzugseinrichtung zum Abziehen von Schlamm
vom Bodenbereich des Reaktorbehälters (120; 220) und zu
dessen Abführung insbesondere in den Stapelbehälter (110;
10 210).
14. Verfahren zur biologischen Abwasseraufbereitung, insbe-
sondere zum Reinigen von Abwässern, die überwiegend mit
Leichtstoffen, insbesondere Ölen und Fetten verunreinigt
15 sind, folgende Verfahrensschritte aufweisend :
- a) Einleiten eines Gases, insbesondere von Luft, in Form
feiner Gasblasen in das zu reinigende Abwasser;
- b) Führen des mit Gasblasen versetzten Abwassers durch
mindestens eine erste Wirbelschicht (130, 230) insbe-
20 sondere für aeroben Abbau;
- c) Filtern zumindest eines Hauptstromes des aus der ers-
ten Wirbelschicht (130, 230) austretenden Abwassers
mit Hilfe einer Membrane (151; 251);
- d) Entnehmen des aus der Membrane (151; 251) austreten-
25 den Abwassers zur Weiterverwendung.
15. Verfahren nach Anspruch 14, welches nach dem Schritt b)
die folgenden weiteren Schritte aufweist :
- b1) Führen wenigstens eines Teilstromes des aus der ers-
30 ten Wirbelschicht (230) austretenden Abwassers durch
eine zweite Wirbelschicht (240), insbesondere für an-
aeroben Abbau;
- b2) Rückführen des aus der zweiten Wirbelschicht (240)
austretenden Teilstromes des Abwassers zum Schritt
35 a).

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, bei dem vor dem
Schritt a) das zu reinigende Abwasser durch Vermischen
eines Teilstromes des im wesentlichen aus der Wirbel-
5 schicht (130)
oder ersten Wirbelschicht (230) austretenden Abwassers
mit fetthaltigen Abwasser gebildet wird.

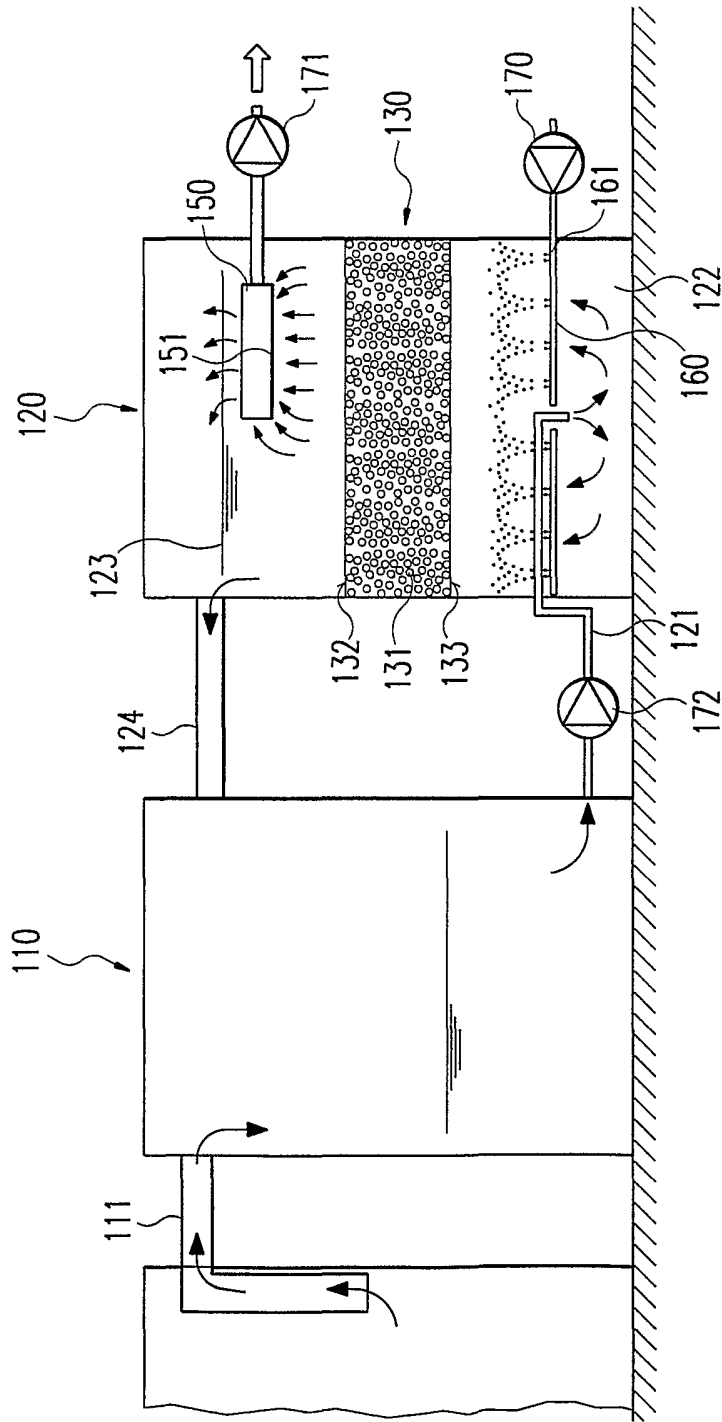


Fig. 1

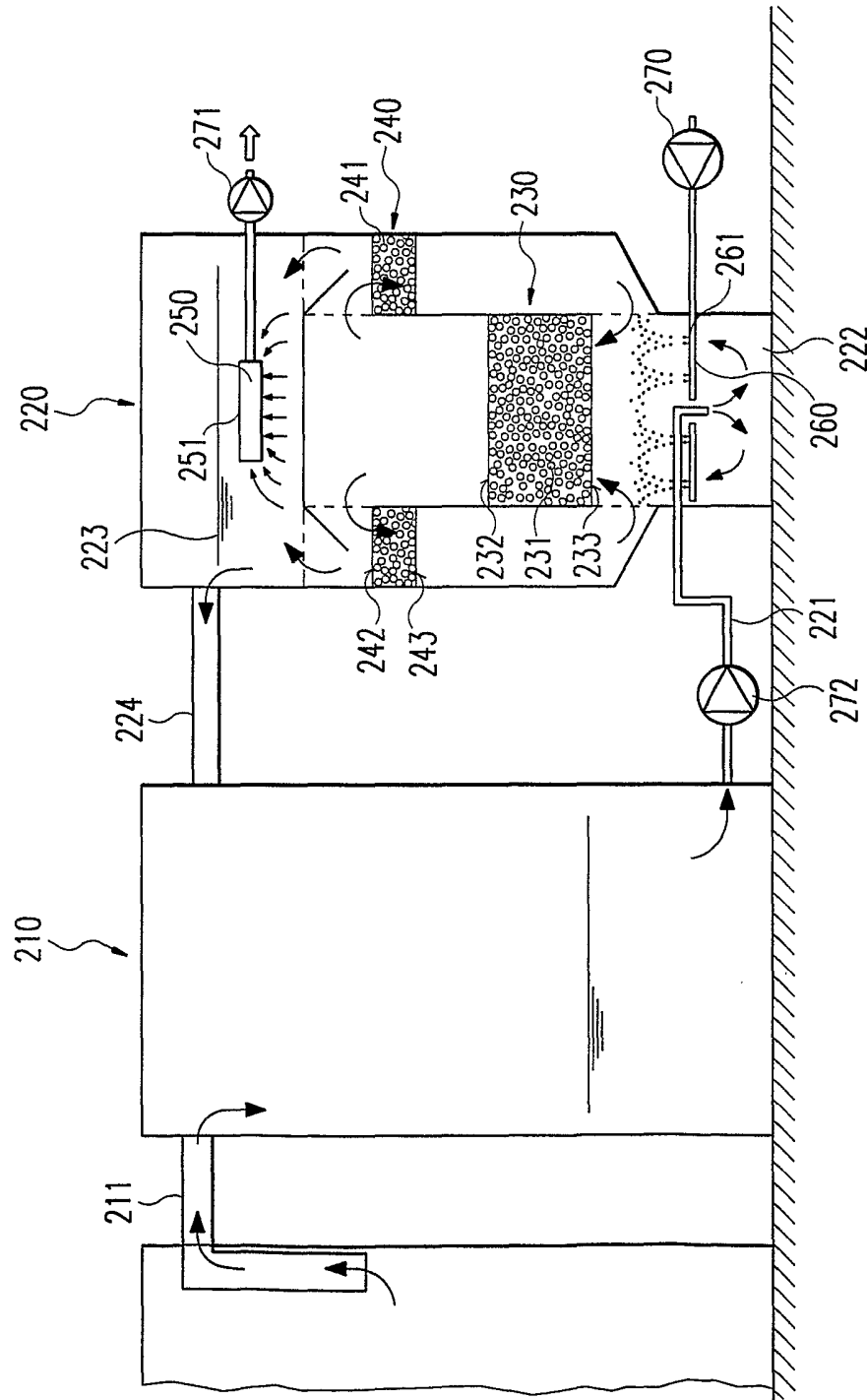


Fig. 2