DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **256 318 B1**

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **C 02 F 3/08**
C 02 F 3/10

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

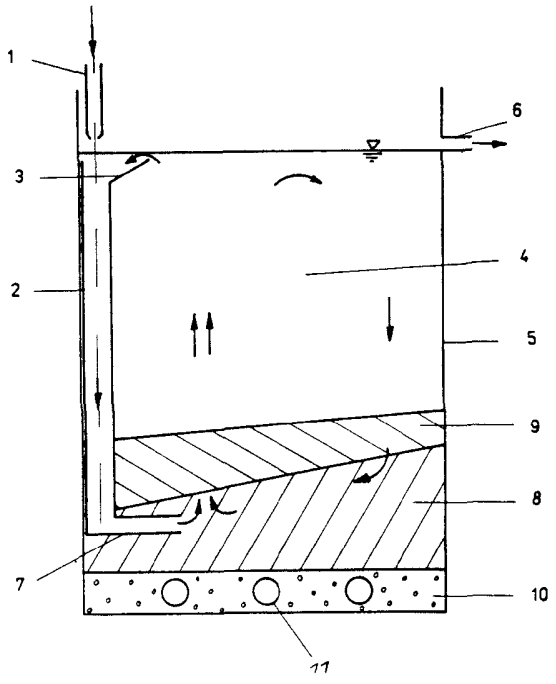
(21)	WP C 02 F / 298 601 4	(22)	29.12.86	(45)	11.04.90
				(44)	04.05.88

(71) VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Thälmannplatz 2, Halle, 4020, DD
(72) Ott, Peter, Dr.-Ing.; Peukert, Volkmar, Dr. rer. nat.; Menschel, Claudia, Dr. rer. nat.; Feller, Reinhold; Koch, Reinhard, DD

(54) Vorrichtung zur enzymkatalysierten mikrobiellen Oxidation bei der Wasserbehandlung

(55) Abwasserbehandlung, Trinkwasseraufbereitung, mikrobielle Oxydation, Treibstrahl, Führungsrohr, Trägermaterial, Mikroorganismen, Enzyme

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur enzymkatalysierten mikrobiellen Oxydation bei der Wasserbehandlung. Sie ist anwendbar zur intensiven Oxydation von Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen bei der Abwasserbehandlung und der Trinkwasseraufbereitung. Erfindungsgemäß besitzt die Vorrichtung unter dem Mündungsquerschnitt eines Treibstrahles ein axialzentrisch angeordnetes Führungsrohr, welches im Ruhezustand in eine am Reaktorboden angeordnete Schicht aus Trägermaterial für Mikroorganismen und Enzyme eintaucht. Die Oberkante des Führungsrohres befindet sich im Betriebszustand unter dem Wasserspiegel und an dessen Unterkante ist eine horinzontal erweiterte Austrittsöffnung vorgesehen. Die Vorrichtung besitzt eine Abzugseinrichtung. Über der Filtermittelschicht können eine oder mehrere zusätzliche Trägermaterialien geringerer Dichte angeordnet werden. Die Mündung des Führungsrohres kann trichterförmig ausgebildet sein. Figur



ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur enzymkatalysierten mikrobiellen Oxydation bei der Wasserbehandlung nach dem Tauchstrahlprinzip, **gekennzeichnet dadurch,** daß in an sich bekannter Weise unter dem Mündungsquerschnitt des Treibstrahles (1) axialzentrisch ein Führungsrohr (2) angeordnet ist, das im Ruhezustand in eine am Reaktorboden eingebrachte Schicht aus Trägermaterial (8, 9) für Mikroorganismen und Enzyme eintaucht, dessen Oberkante (3) sich im Betriebszustand unter dem Wasserspiegel befindet und an der Unterkante eine horizontal erweiterte Austrittsöffnung (7) besitzt und die Vorrichtung mit einer in bekannter Weise ausgebildeten Abzugseinrichtung (6, 11) versehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß über der Filtermittelschicht ein oder mehrere zusätzliche Trägermaterialien mit geringerer Dichte als die Filtermittelschicht angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß die Mündung des Führungsrohres trichterförmig ausgebildet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur intensiven Oxydation von Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen bei der Abwasserbehandlung und Trinkwasseraufbereitung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Trägerbiologien in Schlaufenreaktoren werden für spezifische Aufgaben der Abwasserbehandlung eingesetzt. Beim Krupp-Katox-Verfahren werden Schwebekörper-Kontaktmassen auf Kohlebasis mit etwa 20 Vol.-% Füllmenge bezogen auf den Reaktor eingesetzt, von denen 30% in einem Wirbelbettanteil durch am Boden angeordnete Druckluftbelüfter mit Steigkanälen zur Strömungsstabilisierung fluidisiert werden. Der Airlift-Dreiphasen-Katox-Reaktor nutzt das Mammutpumpenprinzip in einem Schlaufenreaktor. Da der Rücklaufbereich frei von Gasblasen ist (Chem.-Ing.-Techn. 56, 1984, Nr. 8, S. 605), liegt dort ein Zweiphasensystem Fluid/Feststoff vor, und die Sauerstoffgasausnutzung erfolgt nur im Aufstiegskanal, wo eine Dreiphasenströmung vorliegt.
Die gleichen Nachteile der kurzen Kontaktzeit zwischen zu oxydierendem Stoff und eingetragenem Luftsauerstoff bestehen bei anderen vorgeschlagenen Verfahren (EP 0021 378 A1) oder beim Einsatz von Trägermaterialien im normalen Belebtschlammprozeß, wie beim japanischen Biocomb-Verfahren, beim Linpur-Verfahren oder beim Bio-2-Schlammverfahren.
Strahlgetriebene Reaktoren haben den Nachteil, daß örtlich eine hohe Sauerstoffanreicherung auftritt, während für die Durchmischung des Reaktors Sekundärfördereinrichtungen (DD 138038) oder andere Möglichkeiten zur Verbesserung der Gasverteilung in Mammutpumpen-Schlaufenreaktoren (DD 202396) vorgesehen wurden. Bei den Druckstrahlapparaten wird ein Gasblasen enthaltender Treibstrahl verwendet, der höher kompressibel ist als ein gasfreier Treibstrahl. Es wurden Versuche unternommen, die Wahrscheinlichkeit eines Blasenkontaktes und damit die Koaleszensrate herabzusetzen. Dazu mußte jedoch zusätzliche Energie für eine zweite Mischeinrichtung zugeführt werden, wodurch die Wirtschaftlichkeit solcher Verfahren gemindert wurde.
Ein weiterer wesentlicher Nachteil der bekannten Verfahren liegt darin, daß die biogenaktiven Biopolymere, die von den an der Wasserbehandlung beteiligten Mikroorganismen während der Phase ihrer Überalterung oder infolge von Inhomogenitäten des Nährstoff- oder Gelöstsauerstoffangebotes in die flüssige Phase abgeschieden werden, und mit dieser ohne eine weitere Nutzung aus dem Reaktor entfernt werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, durch erhöhte Ausnutzung des mit Treibstrahlapparaten eingetragenen Sauerstoffs, durch Nutzung autochthoner Enzyme der Mikroorganismen der Wasserbehaltung und durch Trägerfixierung von Mikroorganismen und Enzymen bei gleichzeitiger Anlagerung von Substrat und Sauerstoff eine wesentliche Prozeßbeschleunigung, Verkleinerung des Reaktorvolumens und Reduzierung des Energieaufwandes bei der Wasserbehandlung zu erreichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu entwickeln, wodurch in einem Schlaufenreaktor ohne zusätzliche Sekundärfördereinrichtung in beiden Strömungsrichtungen der Schlaufe Sauerstoffkontakt erzwungen wird. Die eingetragene Energie soll außerdem zur Erzeugung einer Wirbelschicht aus Trägermaterialien für Mikroorganismen und autochthone Enzyme ohne Zuführung von Zusatzenergie genutzt werden, wobei der Abrieb des Biofilms vom Trägermaterial gering gehalten wird. Wahlweise ist das behandelte Wasser als Filtrat abzuziehen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sich in an sich bekannter Weise unter dem Mündungsquerschnitt eines Treibstrahles ein axialzentrisch angeordnetes Führungsrohr befindet. Dieses Führungsrohr taucht im Ruhezustand in eine am Reaktorboden angeordnete Schicht aus Trägermaterial für Mikroorganismen und Enzyme ein. Die Oberkante des Führungsrohres befindet sich im Betriebszustand unter dem Wasserspiegel. An dessen Unterkante ist eine horizontal erweiterte Austrittsöffnung angeordnet. Die Abstände der Überlaufkante des Führungsrohres zum Flüssigkeitsspiegel des Reaktors sowie zum Mündungsquerschnitt der Treibstrahlleitung werden in Abhängigkeit vom geforderten Sekundär- und Gasvolumenstrom gewählt. Der Reaktor ist mit einer in bekannter Weise ausgebildeten Abzugseinrichtung versehen. Weiterhin ist es möglich, daß über der Filtermittelschicht ein oder mehrere zusätzliche Trägermaterialschichten mit geringerer Dichte als die Filtermittelschicht angeordnet sind.
Die Mündung des Führungsrohres ist vorzugsweise trichterförmig ausgebildet. Die Funktion ist wie folgt:
Durch den Treibstrahl werden im Führungsrohr ein Sekundärvolumenstrom des zu behandelnden Mediums und ein Gasvolumenstrom aus mitgerissener Umgebungsluft erzeugt. Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem Treibstrahl und dem Sekundärvolumenstrom wird zur Dispergierung des mitgerissenen Gases genutzt. Im Führungsrohr wird das Gas-Medium-Gemisch bis in die am Reaktorboden angeordnete Schicht aus Trägermaterial geführt und dort umgelenkt.
Die aufsteigenden Gasblasen reißen die Körper dieser Schicht, die etwa 20 bis 25% des Reaktorvolumens beträgt, in einer Dreiphasenströmung mit nach oben. Die hohe Turbulenz gewährleistet eine stabile Wirbelschicht, deren Körper immer wieder zu Boden sinken und dort eine Filterschicht bilden, die als Fließbettfilter zum Führungsrohr hin in Bewegung ist und dort erneut aufwirbeln. Die Körner dienen gleichzeitig als Trägermaterial für die Mikroorganismen und für adsorptive Anlagerung der biologisch aktiven Biopolymere der Mikroorganismen, wodurch die autochthonen Enzyme während des Filtrationsprozesses immobilisiert und durch das Aufwirbeln erneut in den Prozeß zurückgeführt werden. Bei Verwendung von aktivem Trägermaterial wird der Prozeß durch die chemisorptive Sauerstoffanlagerung und die autokatalytische Wirkung aktiver Kohlenstoffträger in wäßriger Lösung sowie die Aktivierung der Grenzflächenwirkungen für biologisch persistente Substanzen effektiviert.
Die aufsteigenden Gasblasen koaleszieren beim Aufsteigen mit den gasförmigen Stoffwechselprodukten der Mikroorganismen, wodurch diese an der Wasseroberfläche mit aus der flüssigen Phase ausgetragen werden und keine hemmenden Konzentrationen erreichen. Der Sekundärvolumenstrom wird deshalb als gasblasenarme Flüssigkeit mitgerissen und erneut mit Sauerstoff angereichert. Dieser Vorgang wiederholt sich je nach dem Verhältnis zwischen Primär- und Sekundärvolumenstrom bis zu achtmal, wodurch eine hohe Sauerstoffausnutzung gewährleistet wird. Durch die auftretenden Gasblasen und die Horizontalkomponente, die der Sekundärvolumenstrom an der Flüssigkeitsoberfläche erzeugt, bleibt das Trägermaterial praktisch in der Dreiphasenwirbelzone, nur ein kleiner Prozentsatz wird mit in das Führungsrohr gerissen.
Die Verwirbelung erfolgt so schonend, daß die Mikroorganismen nicht durch Scherkräfte bleibend vom Trägermaterial getrennt werden.
Die Größe der Scherkräfte im Führungsrohr ist vom Verhältnis Sekundär-/Primärförderung und von der Geschwindigkeitsdifferenz dieser beiden Strömungen abhängig. Die Wirksamkeit zum Zerreißen von Schlammpartikeln und -agglomeraten nimmt mit der Größe des Gasvolumenstromes und der Reaktortiefe zu.
An der Oberfläche der nicht aufgewirbelten Trägermaterialschicht stellt sich eine Horizontalströmung in Richtung Austrittsöffnung der Tauchstrahlablenkeinrichtung ein. Dadurch werden die Körner an der Oberfläche kontinuierlich zu dieser Austrittsöffnung gefördert und mit verwirbelt. Es erfolgt somit eine ständige Regenerierung der obersten Schicht, wodurch eine gute Durchgängigkeit des Filters gewährleistet wird.
Durch die Erfindung ist es möglich, einen Tauchstrahl-Dreiphasen-Schlaufenreaktor ohne zusätzliche Sekundärfördereinrichtung mit hoher Effektivität zu betreiben. Gegenüber bisherigen Behandlungsanlagen tritt eine wesentliche Prozeßbeschleunigung, eine Verkleinerung des Reaktorvolumens und eine Reduzierung des Energieaufwandes ein.

Ausführungsbeispiele

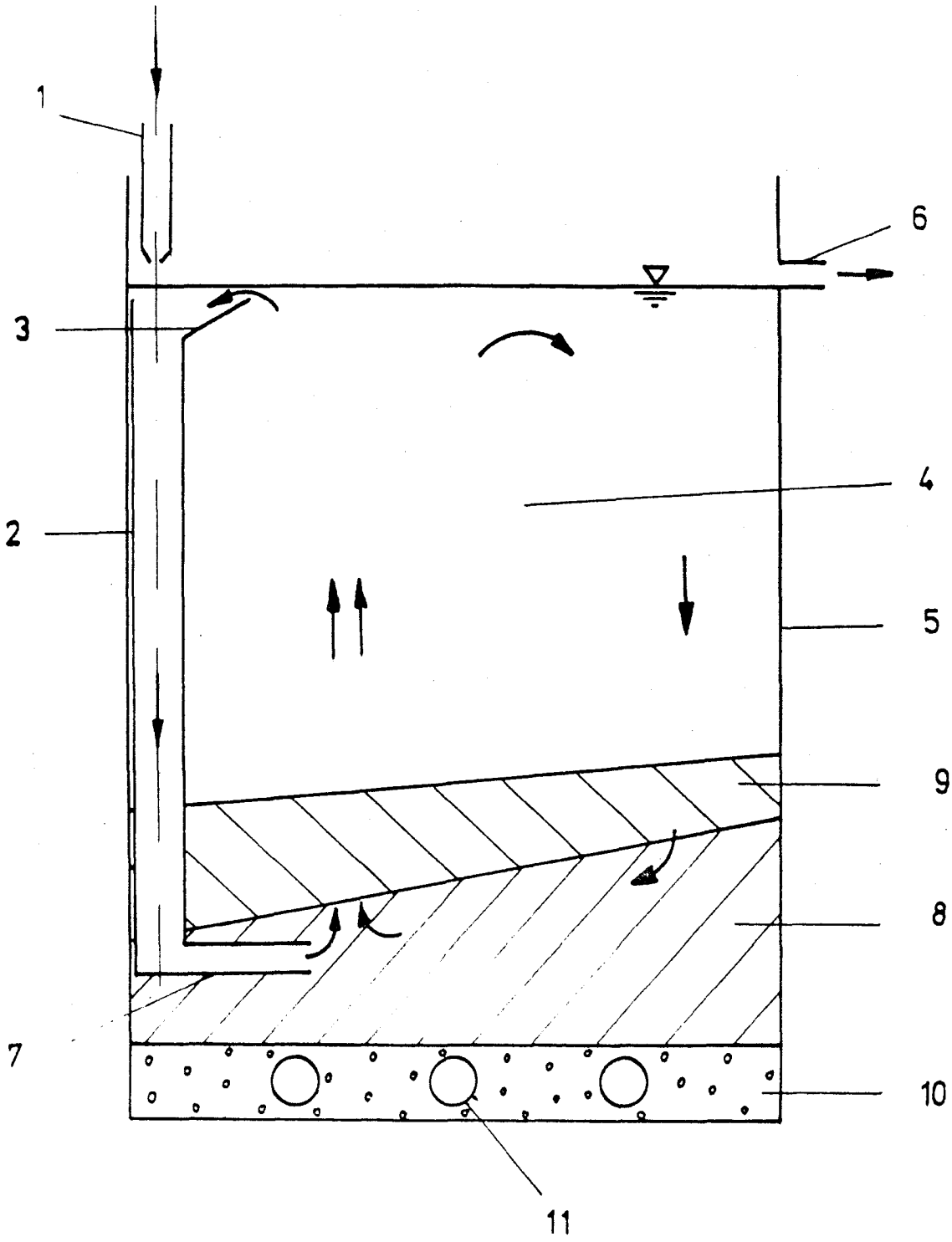
Die Erfindung soll nachfolgend an zwei Ausführungsbeispielen und anhand einer Abbildung näher erläutert werden.

Beispiel 1
Es wird der Einsatz als Biooxydator bei der Abwasserbehandlung beschrieben. Die Abbildung zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung im Ruhezustand.
Das Abwasser wird über die Treibstahlleitung 1 mit einem Mündungsdurchmesser von 20 mm und einer Geschwindigkeit von 10 m/s in das Führungsrohr 2, dessen Durchmesser 50 mm beträgt, eingeleitet. Der Abstand der Mündung der Treibstrahlleitung zum Flüssigkeitsspiegel beträgt 100 mm und der Überstau zur Oberkante des Führungsrohres 3 ist mit 20 mm festgelegt. An der Unterkante ist eine Austrittsöffnung 7 mit einem Durchmesser von 160 mm angeordnet, die in eine Trägermaterialschicht 8 aus Aktivkohle mit einer Dichte von 1,5 g/cm^3 und eine Trägermaterialschicht 9 aus Plaste mit einer Dichte von 0,4 g/cm^3 eintaucht. Der Anteil der Aktivkohleschicht 8 beträgt etwa 15% und der des Plastmaterials 9 etwa 30% des Volumens der Vorrichtung. Unter diesen Schichten ist eine Filterschicht mit Drainage als Filtratabzug 11 am Boden der Vorrichtung angeordnet.
Durch den Treibstrahl wird gleichzeitig Luft und ein Sekundärvolumenstrom des zu behandelnden Mediums aus der Vorrichtung mit in das Führungsrohr 2 gerissen. Die Schlaufe der Flüssigkeitsgasströmung ist auf der Abbildung mit links gerichteter Drehrichtung dargestellt. An der Austrittsöffnung wird der Strahl umgeleitet und tritt mit hoher Energie in die Trägermaterialschichten 8, 9. Durch den Wasser-/Gasstrom wird ein Teil der Aktivkohle 8 und des Plastmaterials 9 fluidisiert und in eine Wirbelzone versetzt, die auf der Abbildung mit rechts gerichteter Drehrichtung dargestellt ist. Auf Grund der unterschiedlichen Dichte der Materialien sinkt die Aktivkohle ständig wieder auf den Boden, wodurch dort ein kontinuierlich fließender Filter entsteht. Das Plastmaterial bleibt so lange in Schwebe wie der Treibstrahl arbeitet.
Der Flüssigkeitsspiegel wird durch eine Abzugseinrichtung 6 konstant gehalten.
Bei der Einleitung von Abwasser mit einem Gehalt an biologisch abbaubaren Stoffen und den natürlich enthaltenen Mikroorganismen kommt es in der Vorrichtung in kurzer Zeit zur Ausbildung eines biologischen Bewuchses auf den Aufwuchsträgern.

Besonders günstige Bedingungen für die Besiedlung bietet die Aktivkohle, an der Sauerstoff, Nährstoffe, Enzyme und Mikroorganismen adsorbiert werden. Neben einer hohen Bioaktivität werden gleichzeitig die Enzyme wirksam, so daß es zu einem Abbau höhermolekularer, biologisch schwer abbaubarer Stoffe kommt. Durch das Wirbeln und das Fließen der Kohle im Fließbett wird ständig ein Teil der Biomasse abgerieben und homogenisiert. Dabei werden die biomasseeigenen Enzyme freigesetzt, bei der Filtration durch die Aktivkohle adsorbiert und erhöhen damit den Abbaugrad im Reaktor erheblich.
An dem ständig in Schwebe gehaltenen Plastematerial bildet sich ebenfalls ein biologischer Bewuchs aus. In dieser Schwebezone werden vorwiegend biologisch leicht abbaubare gelöste Stoffe oxydiert.
Die Aufenthaltszeit ist so bemessen, daß das zu reinigende Abwasser 7mal im Kreislauf gefahren wird und damit 7mal einer Zweistufenbiologiebehandlung unterzogen wird.
Der Abbaueffekt beträgt 80% für CSV-Cr bei einer mittleren Raumbelastung.
Durch die Aktivierung der biologischen Prozesse bei gleichzeitiger Freisetzung von biomasseeigenen Enzymen und der mechanischen Beanspruchung kommt es zu einem Abbau der mit dem Treibstrahl eingeleiteten Nährstoffe und dispersverteilten Stoffe ohne wesentlichen Anfall von Bioschlamm. Ein wesentlicher Anteil der im Reaktor während der ablaufenden Prozesse produzierten Biomasse wird bei mittlerer Raumbelastung veratmet, wobei das entstehende Kohlendioxid ständig ausgestrippt und dadurch eine für die biologischen Prozesse schädliche Senkung des *p*H-Wertes vermieden wird. Der Anteil des Überschußschlammes ist gering.
Der Vorteil der beschriebenen biologischen Abwasserbehandlungsanlage besteht in der hohen Abbauleistung bei kurzen Aufenthaltszeiten und dem geringen Schlammanfall. Hervorzuheben sind außerdem die Einfachheit und damit geringe Störanfälligkeit der konstruktiven Lösung sowie der Eintrag von zu behandelndem Medium, Gas, Energie und Kreislaufführung über eine einzige Förderpumpe. Die Raumbelastung wurde von 12...48 kg BSB/m^3 · d variiert.

Beispiel 2
Nachfolgend wird die Erfindung anhand des Einsatzes für die biologische Nitrifikation beschrieben.
Bei Einsatz für die biologische Nitrifikation ist die Vorrichtung so zu bemessen, daß eine Aufenthaltszeit des zu behandelnden Wassers von mindestens 15 min gewährleistet wird.
Als Aufwuchsträgermaterial wird ein Gemisch aus Aktivkohle und feinem Sand eingesetzt. Ist ein schnelles Einfahren der Anlage erforderlich, wird zumindest die Aktivkohle nach Möglichkeit auch der Sand mit Nitrifikanten angeimpft.
Das Rohwasser wird über die Treibstrahlleitung eingeleitet. Die Austrittsgeschwindigkeit beträgt 14 m/s, der Abstand der Austrittsöffnung über dem Wasserspiegel wurde mit 200 mm und das Verhältnis des Durchmessers der Austrittsöffnung zum Durchmesser des Führungsrohres mit 2,5 festgelegt.
Die Bauhöhe der Vorrichtung beträgt 4 m. Die Durchmesser der Mündung der Treibstrahlleitung, des Führungsrohres und der Austrittsöffnung entsprechen Beispiel 1.
Beim Einfahren des Reaktors kann zusätzlich NH_4 dosiert werden, damit sich schnell eine stabile Nitrifikantenpopulation ausbildet. Im weiteren Betrieb sind größere Schwankungen der NH_4-Konzentration zulässig, ohne daß die Mikroorganismen dadurch beeinträchtigt werden. Ihre Wachstumsrate ist äußerst gering. Aus diesem Grunde muß bei der Verfahrensführung davon ausgegangen werden, daß die vorhandene Biomasse schonend behandelt wird und in der Vorrichtung zurückzuhalten ist. Am besten wird das dadurch erreicht, daß das behandelte Wasser als Filtrat abgezogen wird. Das setzt voraus, daß das Rohwasser nur so wenig Eisen enthalten darf, daß es im Filterbett zu keiner Enteisenung kommt. Besteht die Gefahr des Ausfallens von Eisenoxid muß vor der Nitrifikation eine Enteisenung durchgeführt werden.
Bei Sicherung der erforderlichen Sauerstoffversorgung über den Anteil der in das Führungsrohr mitgerissenen Luft wird eine NH_4-Eliminierung von 95–99% erreicht. Das Ammonium setzt sich vollständig zu Nitrat um.
Die Vorteile des Einsatzes der beschriebenen Erfindung für die biologische Nitrifikation gegenüber anderen Verfahren bestehen in dem wesentlich geringeren Energieaufwand für den Sauerstoffeintrag, der Möglichkeit der Verringerung der Bauhöhe gegenüber den üblichen Verfahren wie z. B. der Biofiltration sowie der Möglichkeit der Kompaktierung bei geringstem Wartungsaufwand. Gleichzeitig werden dadurch die Voraussetzungen für den Einsatz in Containerwasserwerken und Kleinwasserwerken, die keine ständige Betreuung haben, geschaffen.

256318



10 DM 1989 • 626533