



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 256 506 A1

4(51) C 02 F 3/34

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 02 F / 298 729 8

(22) 30.12.86

(44) 11.05.88

(71) VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Thälmannplatz 2, Halle (S.), 4020, DD

(72) Menschel, Claudia, Dr. rer. nat.; Baumgardt, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur biologischen Behandlung von Wasser

(55) Biologische Wasserbehandlung, ammoniumhaltige Wässer; Nitrifikation, Denitrifikation, Trockenfiltration, Wirbelschicht, inaktive Biomasse, Enzyme, Aufwuchsträger

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Behandlung von Wasser. Sie ist anwendbar bei der Aufbereitung ammoniumhaltiger Wässer mit anschließender Denitrifikation. Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Effektivität der biologischen Nitrifikation und der biologischen Denitrifikation. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Ammonium biologisch zu oxidieren und im gleichen Reaktor die Denitrifikation der bei der Nitrifikation entstandenen Stickoxide durchzuführen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem die Trockenfiltration und die Wirbelschichttechnik in einem Reaktor vereinigt werden. Das zu behandelnde Rohwasser wird von oben über einen mit Nitrifikanten beimpften Eintauchtrockenfilter geleitet und belüftet. In einer zweiten Reaktorkammer erfolgt die weitere Behandlung unter Ausschluß von Sauerstoff. Aus zwei unterschiedlichen Stoffen bestehendes, mit Nitrifikanten beimpftes Aufwuchsträgermaterial wird durch die Aufwärtsströmung des Wassers aufgewirbelt, inaktive Biomasse zerstört, Nährstoffe und Enzyme freigesetzt und adsorptiv an die Aufwuchsträger gebunden.



(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 256 506 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) C 02 F 3/34

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 02 F / 298 729 8

(22) 30.12.86

(44) 11.05.88

(71) VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Thälmannplatz 2, Halle (S.), 4020, DD

(72) Menschel, Claudia, Dr. rer. nat.; Baumgardt, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur biologischen Behandlung von Wasser

(55) Biologische Wasserbehandlung, ammoniumhaltige Wässer, Nitrifikation, Denitrifikation, Trockenfiltration, Wirbelschicht, inaktive Biomasse, Enzyme, Aufwuchsträger

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur biologischen Behandlung von Wasser. Sie ist anwendbar bei der Aufbereitung ammoniumhaltiger Wässer mit anschließender Denitrifikation. Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Effektivität der biologischen Nitrifikation und der biologischen Denitrifikation. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Ammonium biologisch zu oxidieren und im gleichen Reaktor die Denitrifikation der bei der Nitrifikation entstandenen Stickoxide durchzuführen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem die Trockenfiltration und die Wirbelschichttechnik in einem Reaktor vereinigt werden. Das zu behandelnde Rohwasser wird von oben über einen mit Nitrifikanten beimpften Eintauchtrockenfilter geleitet und belüftet. In einer zweiten Reaktorkammer erfolgt die weitere Behandlung unter Ausschluß von Sauerstoff. Aus zwei unterschiedlichen Stoffen bestehendes, mit Nitrifikanten beimpftes Aufwuchsträgermaterial wird durch die Aufwärtsströmung des Wassers aufgewirbelt, inaktive Biomasse zerstört, Nährstoffe und Enzyme freigesetzt und adsorptiv an die Aufwuchsträger gebunden.

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Zur PS Nr. *256 506*

ist eine Zeitschrift erschienen.

(Teilweise bestätigt gem. § 18 Abs. 1 d. Änd.Ges.z. Pat.Ges.)

Patentansprüche:

1. Verfahren zur biologischen Behandlung von Wasser, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Trockenfiltration und die Wirbelschichttechnik in einem Reaktor vereinigt sind, wobei das zu behandelnde Rohwasser von oben über einen mit Nitrifikanten beimpften Eintauchtrockenfilter geleitet und so belüftet wird, daß pro Milligramm Ammonium im Rohwasser max. 2,7 mg O₂ zur Verfügung stehen und die Kontaktzeit im Trockenfilter ca. 10–15 Minuten beträgt, so daß die Nitrifikation bei Nitrit abgebrochen wird, das Rohwasser in den darunter liegenden Reaktor so eingestaut wird, daß der Trockenfilter eintaucht, wobei das Wasser in einer Zwangströmung durch eine Leiteinrichtung bis fast auf den Boden des Reaktors geführt, dort umgelenkt wird, auf Grund seiner hohen Geschwindigkeit, das in diesem Teil des Reaktors eingebrachte, aus 2 unterschiedlichen Stoffen bestehende, mit Nitrifikanten beimpfte Aufwuchsträgermaterial aufwirbelt, wobei das adhäsive Material mit einer Dichte größer als 1 g/cm³ im unteren Bereich angehoben wird, vorwiegend fließend, während mit dem nicht adhäsiven Material mit einer Dichte kleiner als 1 g/cm³ eine echte Wirbelschicht ausgebildet wird und das zu behandelnde Wasser nach dem Aufwärtsstrom unter Ausschluß von Sauerstoff durch diese beiden Wirbelschichtzonen im Bereich der Abgrenzung zur Eintauchtrockenfilterstufe aus dem System abgeleitet wird.
2. Vorrichtung zur biologischen Behandlung von Wasser, **gekennzeichnet dadurch**, daß in einem Behälter übereinander 2 Füllkammern (1), (2), welche vorzugsweise nach unten konisch ausgebildet sind, angeordnet sind, wobei die Reaktorkammer (1) mit einem schwimmenden Eintauchfilter (4), welcher aus einem schwimmfähigen, porösen Material mit einem spezifischen Gewicht kleiner 0,5 g/cm³ besteht, bestückt ist, in der Reaktorkammer (2) eine Schicht (8) aus unterschiedlichen Trägermaterialien befindlich ist, welche 10–30 % des Reaktorvolumens einnimmt, wobei diese Schicht zu 40–60 % ein adsorptiv wirkendes, gekörntes Material mit einer spezifischen Dichte größer 1,2 g/cm³ ist und der restliche Teil aus einem nicht adsorptiven, gekörnten Material mit einer spezifischen Dichte von 0,5 bis kleiner 1 g/cm³ besteht, wobei die Reaktorkammern (1) und (2) durch die Leitung (6) mit einander verbunden sind, welche in den unteren Teil der Schicht (8) mündet und unterhalb der Begrenzung zur Reaktorkammer (1) eine Abzugsleitung (9) so angeordnet ist, daß damit die Einstromhöhe der Reaktorkammer (1) festgelegt wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft die Aufbereitung ammoniumhaltiger Wässer mit anschließender Denitrifikation in Kompaktreaktoren.

Stand der Technik

Ammoniumhaltige Rohwässer müssen zur weiteren Aufbereitung häufig einer Nitrifikation unterzogen werden, wobei Ammonium zu Nitrat oxidiert wird. Dabei können durch die Bildung des Nitrats vorgegebene Grenzwerte überschritten werden, die den Einsatz von nitratreduzierenden Verfahren erfordern. Ein effektives Verfahren der Nitrifikation ist die biologische Oxidation des Ammoniums. In den letzten Jahren sind hierzu speziell Rieselfilmreaktoren entwickelt worden, die nach der Einarbeitung eine stabile Abbauleistung aufweisen, jedoch einen hohen Sauerstoffbedarf, 3 mg/O₂ pro mg NH₄, aufweisen und auf Grund der erforderlichen Kontaktzeit von 20–30 min. Bauhöhen um 5 m erfordern, wie z. B. in der Patentschrift WP 209354 beschrieben. Für die Nitrateliminierung können verschiedene Verfahren eingesetzt werden, so der Ionenaustausch, die Eliminierung von Makrophyten, die mikrobielle Denitrifikation im Festbett oder in der Wirbelschicht. An dieser Stelle soll nur auf die biologische mikrobielle Denitrifikation in der Wirbelschicht eingegangen werden.

Die mikrobiellen Bedingungen werden anaerob oder anoxisch gewählt. Die Aufwuchsträger sind Sand oder Aktivkohle, die mit Denitrifikanten geimpft werden. Um technische Kulturen gegen Fremdinfectionen zu schützen wird z. B. beim Bionitverfahren mit 2 Kreisläufen gearbeitet, dem eigentlichen Prozeßkreislauf und dem Regenerationskreislauf für die Denitrifikanten. Alle Verfahren haben einen hohen Bedarf an Kohlenstoff als Nährstoff.

Die Kombination von biologischer Nitrifikation und biologischer Denitrifikation bei der Wasseraufbereitung war bisher nicht üblich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Erhöhung der Effektivität der biologischen Nitrifikation und der biologischen Denitrifikation bei gleichzeitiger Senkung des Energieaufwandes für die Sauerstoffversorgung und Minimierung des Nährstoffbedarfes.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem das zu behandelnde ammoniumbelastete, optisch klare Rohwasser, zuerst über einen mit Nitrifikanten beimpften schwimmenden Eintauchtrockenfilter geleitet wird, dessen Schütthöhe so bemessen wird, daß die Aufenthaltszeit des Wassers in diesem Filter der erforderlichen Zeitspanne für die Umsetzung von NH_4 zu NO_2 entspricht.

Die O_2 -Versorgung ist so festzulegen, daß pro Milligramm Ammonium ca. 2,7 mg O_2 zur Verfügung stehen. Unter diesen Bedingungen finden nur die Nitrifikanten der ersten Stufe wie Nitrosomonas, Nitrococcus, Nitrosolobus, Nitrospira die für ihr Wachstum erforderlichen Lebensbedingungen und die Nitrifikation bricht bei Erreichen der Nitritstufe ab. Anschließend wird das Wasser über eine Leiteinrichtung einer zweiten, im gleichen Behälter integrierten Filterstufe zugeführt. Dabei strömt das zu behandelnde Wasser durch die Querschnittsverengung am Ende der Leiteinrichtung knapp oberhalb des Reaktorbodens mit einer hohen Geschwindigkeit von 1,5–10 m/sec. aus, wird umgelenkt und durchströmt den Reaktor unter Ausschluß von Sauerstoff von unten nach oben, wobei das aus 2 unterschiedlichen Aufwuchsträgern bestehende, in die 2. Behandlungsstufe desselben Reaktors eingebrachte Füllmaterial angehoben und in Abhängigkeit von der gewählten Dichte der Aufwuchsträger in 2 unterschiedlichen Höhen des Reaktors schwebende Wirbelbettzonen eingestellt wird. Das Gemisch von Aufwuchsträgern in der 2. Behandlungsstufe besteht aus einem Adsorbens und einem nichtadhäsiv wirkenden Material und wird mit einer technischen oder im Labor angezüchteten Denitrifikantenpopulation beimpft.

Infolge der vorwiegenden Belastung mit Nitrit nach der Passage des Eintauchtrockenfilters werden von der Denitrifikantenpopulation die Nitrit umsetzenden Mikroorganismen in ihren Lebensbedingungen bevorteilt. Dadurch wird die Wachstumsrate erhöht und eine technische Population mit Dominanz der nitritabbauenden Bakterien ausgebildet, die eine wesentlich geringere Anfälligkeit gegenüber Infektionen bei Fremdbeimpfung aufweist wie die unter sterilen Bedingungen gezüchteten Reinkulturen. Die Nährstoffe werden den Denitrifikanten vorwiegend aus der Autolyse und der Biomasse aus der Nitrifikationsstufe zur Verfügung gestellt. Die Autolyse wird dabei durch den Übergang in das anaerobe Milieu beschleunigt, wobei die Biomasse im Wirbelbett zerstört wird. Die dabei freigesetzten Enzyme werden an dem adhäsiven Trägermaterial fixiert und wirken als Katalysator bei der Nährstoffaufnahme, durch die auf dem Trägermaterial festgewachsenen Denitrifikanten bzw. bei der Spaltung von Nitrit in elementaren Stickstoff und Sauerstoff. Dadurch kommt es zu einer Beschleunigung des Denitrifikationsprozesses. Reicht die so für die Denitrifikation zur Verfügung gestellte Nährstoffkonzentration nicht aus, um ein stabiles Wachstum der Population zu gewährleisten, ist zusätzlich Kohlenstoff bereitzustellen, indem eine Lösung einer niedermolekularen, leicht abbaubaren Kohlehydratverbindung an der Stelle in den Reaktor eingeleitet wird, an der das Leitrohr beginnt. Das behandelte Wasser wird oberhalb der Wirbelschicht abgezogen und gegebenenfalls einer erforderlichen Behandlung zur Eliminierung weiterer Inhaltsstoffe zugeführt. Die Vorteile dieser erfindungsgemäßen Verfahrensführung bestehen in der Möglichkeit die bei der biologischen Nitrifikation entstehenden Stickoxidverbindungen im gleichen Reaktor abzubauen, wobei etwa 30 % des bei der klassischen Nitrifikation erforderlichen Sauerstoffes eingespart werden, während bei der Denitrifikation die erforderliche Kontaktzeit für die vollständige Umsetzung verringert und der Kohlenstoff/Nährstoffbedarf und die Produktion von Biomasse wesentlich reduziert werden.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wurde eine entsprechende Vorrichtung entwickelt. In einem Behälter sind übereinander 2 Reaktorkammern angeordnet.

Die erste Reaktorkammer ist mit einem schwimmenden Eintauchtrockenfilter bestückt, der nur so tief in das Wasser eintaucht, wie es seinem Eigengewicht entspricht. Dieser Eintauchtrockenfilter besteht vorzugsweise aus einem schwimmfähigen, porösen Material mit einem spezifischen Gewicht kleiner $0,5 \text{ g/cm}^3$. Unterhalb des Eintauchtrockenfilters schließt sich ein trichterförmiger Sammelraum an. In die untere konische Zuspitzung mündet eine Leiteinrichtung, welche bis in den unteren Bereich der 2. Reaktorkammer im selben Behälter führt, deren Bodenbereich gleichfalls konisch ausgebildet ist. Diese zweite Reaktorkammer ist bestückt mit einem Gemisch aus 2 unterschiedlichen Aufwuchsträgermaterialien, welches 10–30 % des gesamten Reaktorvolumens einnimmt, wobei diese Schicht zu 40–60 % aus einem adsorptiv wirkenden, gekörnten Material mit einer spezifischen Dichte größer $1,2 \text{ g/cm}^3$ besteht und zum restlichen Teil aus einem nicht adsorptiven, gekörnten Material mit einer spezifischen Dichte von 0,5 bis kleiner 1 g/cm^3 .

An der Grenze zur 1. Filterkammer befindet sich in der Behälterwandung eine Abzugsvorrichtung, welche nach dem Prinzip zweier verbundener Gefäße so angeordnet ist, daß damit die Einströmhöhe der 1. Reaktorkammer festgelegt wird. Ist eine Zudosierung von Nährstoffen zur optimalen Gestaltung des Produktionsablaufes erforderlich, erfolgt diese unmittelbar in die Leiteinrichtung. Das aufzubereitende Wasser wird über ein Verteilungs- und Belüftungssystem oberhalb der 1. Reaktorkammer, auf die Oberfläche des schwimmfähigen Eintauchfilters aufgebracht, durchsickert diesen und wird im angeordneten trichterförmigen Sammelraum gefaßt und gelangt von dort über eine Leiteinrichtung in den unteren, ebenfalls zylindrisch ausgebildeten Teil der 2. Reaktorkammer, welche im selben Behälter befindlich ist. Aus der Querschnittsverengung der Leiteinrichtung tritt das Wasser mit hoher Geschwindigkeit aus, wird umgelenkt und durchströmt die 2. Reaktorkammer unter Sauerstoffausschluß von unten nach oben bei gleichzeitiger Ausbildung von 2 Wirbelbettzonen aus dem in der 2. Reaktorkammer eingebrachten Aufwuchsträgermaterial, wobei sich dieses Aufwuchsträgermaterial aus adsorptiv wirkenden und nicht adsorptiv wirkenden Bestandteilen mit jeweils unterschiedlicher Dichte zusammensetzt. Nach Durchströmen der beiden Wirbelbettzonen aus den beiden unterschiedlichen Aufwuchsträgermaterialien erfolgt die Ableitung des Wassers aus dem Behälter durch eine Abzugsleitung, welche an der Begrenzung zur 1. Reaktorkammer so angeordnet ist, daß damit die Einströmhöhe der 1. Reaktorkammer festgelegt wird.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnung erläutert werden. Das Wasser wird über eine Verteilungseinrichtung 3 gleichmäßig in die Reaktorkammer 1 eingebracht. In der Reaktorkammer 1, die mit vorgeschäumten Polystyrolkugeln 4 (Schütthöhe 1 m DW 5 mm) wird bei einer Filtrationsgeschwindigkeit von 10 m/h NH_4 zu NO_2 und NO_3 umgesetzt. Durch die schräge Anordnung der Bodenfläche im Sammelraum 4 werden die absetzbaren Stoffe zusammen mit dem Prozeßwasser über die Leiteinrichtung 6 in die Reaktorkammer 2 befördert. Durch eine Verkleinerung des Querschnittes 7 am Ende der Leiteinrichtung ca. 30 cm über der Entleerung wird eine starke Strömung erzeugt, die das Aufwuchsträgermaterial 8 durchwirbelt. Durch die trichterförmige Gestaltung des Bodens der Reaktorkammer 2 wird die Aufstiegs geschwindigkeit des Prozeßwassers verringert und es stellt sich eine Klassifizierung der Trägermaterialien 8 entsprechend ihrer Dichte in der Wirbelschicht ein.

Die Trägermaterialien 8 sind für die Denitrifikanten Siedlungsgrundlage und Nährstofflieferanten von adsorbierten Stoffen. Durch die Leitung 9 wird das Wasser der nächsten Aufbereitungsstufe zugeführt. Eine Be- und Entlüftung 10 ist zur Vermeidung von Unterdruck und zur Ableitung von Gasen angeordnet.

