



(12) **Ausschließungspatent**

(11) **DD 267 026 B3**

Teilweise bestätigt gemäß § 18
Absatz 1 Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 02 F 3/28

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD C 02 F / 311 155 5

(22) 24. 12. 87

(45) 04. 03. 93

(44) 19. 04. 89

(72) Böhler, Ernst, Dr.-Ing.; Scholze, Christian, Dipl.-Ing.; Haldenwang, Lutz, Dr. rer. nat.;
Eichhorn, Dieter, Dr.-Ing.; Müller, Otto, Dipl.-Ing.; Knorr, Hans-Georg, Dipl.-Ing., DE

(73) siehe (72)

(74) K. Hofmann, Patentanwalt, Wormser Straße 59b, O - 8019 Dresden, DE

(54) **Anaerober schachtartiger Vertikalreaktor zur Wasserbehandlung**

Patentansprüche:

1. Anaerober schachtartiger Vertikalreaktor zur Wasserbehandlung, bestehend aus einem Fallschenkel und einem Steigschenkel, wobei sich schwimmfähiges körniges Trägermaterial im Vertikalreaktor befindet, **gekennzeichnet dadurch**, daß das schwimmfähige Trägermaterial einen Dichtebereich über die gesamte Breite von $0,2-0,6 \text{ g/cm}^3$ aufweist und sich im Fallschenkel des Vertikalreaktors befindet.
2. Anaerober schachtartiger Vertikalreaktor nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß dem Ablauf (7) eine Materialfangvorrichtung (9) nachgeordnet ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen schachtartigen Vertikalreaktor mit schwimmfähigem körnigem Trägermaterial zur Erhöhung der Biomassekonzentration. Das Anwendungsgebiet ist vorzugsweise die Nitrattentfernung bei der Trinkwasseraufbereitung.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Behandlung von Abwasser ist bekannt, Bioreaktoren als vertikale Schächte mit verhältnismäßig geringem Durchmesser im Vergleich zur Höhe auszuführen. Das Abwasser-Luft-Gemisch wird in einem Fallschenkel des Schachtes bis zur Sohle geführt und gelangt über einen Steigschenkel wieder zur Oberfläche. Das Abwasser wird in diesem als Tiefschacht ausgebildeten Belebtschlammreaktor aerob biologisch gereinigt.

Seit Anfang der siebziger Jahre werden Wirbelschichtreaktoren zur Wasserbehandlung eingesetzt, um hohe Biomassekonzentrationen und Raumleistungen zu erreichen. Gemäß DE-OS 2841 011 wird im Abwärtsstrom schwimmfähiges Trägermaterial verwendet, das aus Polystyrolgranulat mit einer Dichte kleiner $0,99 \text{ g/cm}^3$ und einer Körnung von $0,2-3,0 \text{ mm}$ besteht.

Es erfolgt Luft- oder Methanoleintrag entsprechend der jeweils zu lösenden Aufgabe.

Gemäß US-PS 4 256 573 wird ein Reaktor zur Abwasserbehandlung beschrieben, bei dem eine abwärts durchströmte Wirbelschicht aus schwimmfähigem porösem Trägermaterial vorhanden ist. Ein Einsatzgebiet dieses Reaktors ist die anaerobe Denitrifikation des Abwassers unter Einsatz eines Kohlenstoff-/Wasserstoffdonators. Eine Kreislaufführung des Wassers mittels Umwälzpumpe ist dabei möglich.

Die DD 256 122 beschreibt einen kombinierten Reaktor zur biologischen Behandlung von Wasser. Der schachtartige Reaktor nutzt aerobe und anaerobe Zonen in einem fallenden und einem steigendem Strom. Im Reaktor sind Aufwuchsträger suspendiert. Das Wirbelbett in der anaeroben Zone wird durch Kreislaufförderung erzeugt.

Zur Nitrattentfernung aus Trinkwasser sind eine Reihe von Festbett- und Wirbelschichtreaktoren bekannt. Bei den Wirbelschichtreaktoren, meist mit Sand als Trägermaterial, wird Wert auf eine Entfernung des Sauerstoffs vor Eintritt in das Wirbelbett gelegt, da er eine ungestörte Denitrifikation behindert. Aus Untersuchungen ist bekannt, daß bei der Aufbereitung von sauerstoff- und nitrathaltigem Rohwasser ohne vorherige Entfernung des Sauerstoffs im Ablauf der Wirbelschichtreaktoren zum Teil erhebliche Nitritkonzentrationen auftraten. Bei dem Wirbelschichtreaktor mit Kreislaufführung nach DD 256 122 wurden in der Anaerobstufe zwar Raumleistungen von etwa $300-350 \text{ g Nitrat/m}^3$ Reaktorvolumen und Stunde bei Verwendung von Ethanol erreicht, jedoch wurden Nitritkonzentrationen von $0,3-0,6 \text{ mg/l}$ festgestellt. Weitere Nachteile von Wirbelschichtreaktoren zur Denitrifikation mit Ab- oder Aufströmgeschwindigkeiten von $10-25 \text{ mg/h}$ und Gesamthöhen von 4 bis 7 m sind im Vergleich zu Rohrreaktoren die gedrungene Bauart und eine dementsprechend ungleichmäßige, zum Teil ungerichtete Strömung mit Rückvermischung und damit einem breiten Verweilzeitspektrum.

Bei den Wirbelschichtreaktoren zur Denitrifikation von Abwasser wurde besonderer Wert auf die Begrenzung der Wirbelschicht innerhalb des Reaktors gelegt. Zu dick umwachsene Träger wurden mit Rührwerken im Reaktor gereinigt oder seitlich aus dem Reaktor abgezogen.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, bei der Nitrattentfernung zum Zwecke der Trinkwasseraufbereitung die gesonderte Vorbehandlung zur Sauerstoffentfernung einzusparen und damit einen anaeroben vertikalen Rohrreaktor vorzuschlagen, bei dem dieser Verfahrensschritt sowie die Denitrifikation in einem einzigen Reaktor erfolgen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen anaeroben vertikalen Rohrreaktor zur Nitrattentfernung aus Trinkwasser unter Einsatz eines Kohlenstoff-/Wasserstoffdonators und schwimmender, körniger Trägermaterialien zu entwickeln, bei dem innerhalb eines Reaktors zuerst der gelöste Sauerstoff entfernt wird und anschließend eine ungestörte Denitrifikation erfolgt. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß sich im Fallschenkel des schachtartigen Vertikalreaktors schwimmfähiges Trägermaterial mit einem Dichtebereich über die gesamte Breite von $0,2$ bis $0,6 \text{ g/cm}^3$ befindet. Dem Reaktorablauf ist eine Materialfangvorrichtung nachgeordnet.

Durch die Abwärtsströmung des zu behandelnden Abwassers und die unterschiedliche Dichte des Trägermaterials bildet sich eine Wirbelschicht mit unterschiedlichen Zonen mit prozeßtypischen Mikroorganismen für unterschiedliche Aufgaben aus. Dabei befindet sich das Trägermaterial nahe $0,2 \text{ g/cm}^3$ für den Sauerstoffabbau im oberen und das Trägermaterial nahe $0,6 \text{ g/cm}^3$ für den Nitratabbau im unteren Bereich der Wirbelschicht. Aufgrund des hohen Schlankheitsgrades von schachtartigen Vertikalreaktoren wird eine ausgeprägte Pfropfenströmung mit engem Verweilzeitspektrum erzwungen, eine Rückvermischung durch Querströmungen tritt faktisch nicht ein. Damit laufen die Prozesse der Sauerstoffentfernung und der Denitrifikation ungestört nacheinander ab.

Der Abzug des behandelten Wassers erfolgt durch eine Steigleitung und mündet in eine Fangvorrichtung für zu dick bewachsene und damit mit dem Wasserstrom ausgetragene Trägerteilchen.

Die Rückführung des gereinigten Trägermaterials geschieht von oben in den Fallschenkel.

Der gebildete gasförmige Stickstoff sammelt sich zum Teil im Reaktorkopf an und wird dort in die Atmosphäre abgeleitet. Zum Teil werden Gasbläschen mit dem Trägermaterial bis in die Fangvorrichtung ausgetragen.

Zur Vermeidung von Eintrag an Luftsauerstoff ist der Reaktorkopf quasi gasdicht abgeschlossen.

Das Reaktorprinzip ist außer für die Nitratenfernung aus Trinkwasser auch für vergleichbare Aufgaben der Abwasserbehandlung anwendbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnung erläutert werden.

Der anaerobe vertikale Rohrreaktor besteht aus einem Fallschenkel 1 und dem Steigschenkel 2.

Das körnige Trägermaterial, gesintertes Schaumpolystyren im Dichtebereich von $0,2$ bis $0,6 \text{ g/cm}^3$ und einer Korngröße von 2 bis 6 mm , schichtet sich bei Beaufschlagung mit dem zu behandelnden Rohwasser, dessen Einspeisung über dem Zulauf 3 erfolgt, entsprechend seiner Körnung und Dichte ein, d. h. im oberen Teil das Trägermaterial I mit einer Dichte nahe $0,2 \text{ g/cm}^3$ und darunter das Trägermaterial II mit einer Dichte nahe $0,6 \text{ g/cm}^3$.

Vor der Einspeisung des Rohwassers erfolgt die Dosierung 4 der C/H-Quelle, wie z. B. Ethanol.

Der schachtartige Vertikalreaktor besitzt einen hohen Schlankheitsgrad von Durchmesser:Höhe gleich $1:35$.

Im Fallschenkel bildet sich bei entsprechender Strömungsgeschwindigkeit ein Wirbelbett mit den Zonen 5 und 6 aus. In der Zone 5 wird der Sauerstoff und in der Zone 6 das Nitrat abgebaut. Durch die hohe Reaktionsgeschwindigkeit kann auf eine Kreislaufführung verzichtet werden.

Der Ablauf des behandelten Wassers erfolgt über das Steigrohr 2 und die Leitung 7 und mündet in einer Fangvorrichtung 8 für ausgetragenes Trägermaterial. Die Rückführung des gereinigten Trägermaterials erfolgt über die Rohrleitung 9 in den Kopfteil des Fallschenkels 1. Das Bezugszeichen 10 bezeichnet eine als Siphon wirkende Gassperre.

