



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 287 155 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 02 F 3/30
C 02 F 3/12
C 02 F 11/02

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD C 02 F / 322 808 5

(22) 08.12.88

(45) 21.02.91

(71) siehe (73)

(72) Busse, Werner, Dipl.-Chem.; Wehder, Ullrich, Dipl.-Chem.; Dietz, Jochen, DE

(73) VEB Waschmittelwerk Genthin, Hilde-Coppi-Straße 56, O - 3280 Genthin, DE

(54) Abwasserreinigungsverfahren für phosphatreiche Abwässer

(55) Abwasserreinigungsverfahren; phosphatreiche Abwässer; Überschussschlammbehandlung; Phosphateliminierung; biologische Reinigungsstufe; Teichkaskade; anaerobe Stabilisierung; Rückvermischung; Biofilter; CSV-Cr- und BSB₅-Eliminierung; Phytoplankton; Saisonabhängigkeit

(57) Die Erfindung betrifft ein Abwasserreinigungsverfahren für phosphatreiche Abwässer mit CSV-Cr/BSB₅-Quotienten von ≥ 3 . Dem Ziel sowie der Aufgabe der Erfindung, Abwasser von Brauchwasserqualität unter gleichzeitiger optimaler Überschussschlammbehandlung ohne zusätzliche externe Verfahrensstufen, ohne zusätzliche Trennstufen, bei verbesserter CSV-Cr- und BSB₅-Eliminierung und bei erhöhter Phosphateliminierung, zu erhalten, wird erfindungsgemäß dadurch entsprochen, daß Abwässer gemeinsam mit mindestens einem Teil der in einer biologischen Reinigungsstufe anfallenden Überschubbiomasse in den 1., anaerob gehaltenen Teich einer Teichkaskade eingeleitet wird, daß die Überschubbiomasse in diesem Teich zum Zwecke der anaeroben Stabilisierung zurückgehalten wird, daß das Klarwasser die folgenden, zunehmend anreihenden Teiche längs ohne Rückvermischung durchläuft und daß in allen Teichen ablaufseitig Biofilter angeordnet sind. Die Hauptvorteile der erfindungsgemäßen Verfahrensweise bestehen in einer Phosphateliminierung von mindestens 70%, einer gesteigerten CSV-Cr- und BSB₅-Eliminierung, einer Verhinderung plötzlicher Massenentwicklungen von Phytoplankton sowie eine Saisonabhängigkeit von unwesentlichem Umfang.

Patentanspruch:

1. Abwasserreinigungsverfahren für phosphatreiche Abwässer in einer aus mehreren Teichen bestehenden Kaskade, dadurch gekennzeichnet, daß Abwässer, die entweder von vornherein einen CSV-Cr:BSB₅-Quotienten von ≥ 3 besitzen oder durch ein vorhergehendes, übliches biologisches Reinigungsverfahren auf einen CSV-Cr:BSB₅-Quotienten von ≥ 3 verändert worden sind und einen NH₄-N-Gehalt bis maximal $5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ besitzen, gemeinsam mit mindestens einem Teil der in der vorhergehenden biologischen Reinigungsstufe anfallenden Überschußbiomasse und/oder Überschußbiomasse aus anderen biologischen Abwasserreinigungsstufen in den 1. Teich der Kaskade eingeleitet werden, wobei der Schlammgehalt im Zulauf 1 bis $3 \text{ g Trockensubstanz} \cdot \text{l}^{-1}$ beträgt, daß das Milieu in diesem 1. Teich der Kaskade streng anaerob gehalten wird, daß die Verweilzeit des Wassers in diesem 1. Teich mindestens 1 Tag bei einer Wassertiefe von mindestens 1 m beträgt, daß die in den 1. Teich eingebrachte Überschußbiomasse mittels Sedimentation und eines ablaufseitig hydraulisch stabil angeordneten Biofilters in diesem Teich zurückgehalten wird, daß das Milieu in den sich anschließenden Teichen der Kaskade von fakultativ anaerob fortschreitend aerob gehalten wird, daß das zu behandelnde Medium in den folgenden Teichen der Kaskade zwecks Trennung der Biozönosen durch ebenfalls ablaufseitig hydraulisch stabil angeordnete Biofilter geführt wird, daß die Verweilzeiten in diesen Teichen mindestens jeweils 1 Tag betragen und ein Medienfluß durch die gesamte Kaskade längs ohne Rückvermischung gewährleistet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zu behandelnde Abwasser durch eine Kaskade bestehend aus 4 bis 8 Teichen geleitet wird, wobei mindestens einer oder mehrere oder alle aerob gehaltenen Teiche mit emersen Limnophyten bepflanzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit des Abwassers im 1. Teich auch nach mindestens 2jähriger Betriebszeit noch mindestens 1 Tag bei einer Wassertiefe von mindestens 1 m beträgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser in den Teichen durch Biofilter geführt wird, die auslaufseitig 5 bis 20% der gesamten Teichlänge von der Teichsohle bis mindestens 10 cm oberhalb des maximalen Wasserstandes einnehmen.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser durch dicht gepackte band- oder fadenförmige künstliche oder natürliche Stoffe mit Breiten von 3 bis 30 mm Längen von 50 bis 500 mm geleitet wird.

Anwendungsbereich der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Abwasserreinigungsverfahren für phosphatreiche Abwässer, die entweder von vornherein einen ungünstigen CSV-Cr/BSB₅-Quotienten von ≥ 3 besitzen oder durch ein vorhergehendes übliches biologisches Reinigungsverfahren auf den CSV-Cr/BSB₅-Quotienten von ≥ 3 verändert worden sind. Die Anwendung der Erfindung erfolgt zweckmäßigerweise dort, wo phosphatreiche Abwässer mit schwer abbaubaren Abwasserinhaltsstoffen einer Reinigung bzw. einer weitergehenden Reinigung unterzogen werden müssen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Abwasserreinigung wird zur Zeit mittels natürlicher und künstlicher biologischer Verfahren durchgeführt. Künstliche Verfahren, wie Tropfkörper- und Belebtschlammverfahren haben den Nachteil, daß schwer abbaubare organische Verschmutzungen, Phosphate und absetzbare Stoffe noch im gereinigten Abwasser enthalten sind. Andere Abwässer, z. B. Wäschereabwässer, werden mit diesem Verfahren nur unzureichend gereinigt. Die natürliche Abwasserreinigung in unbelüfteten oder belüfteten Teichen (z. B. DE-OS 3610 181) ist mit hohem Energie- und Flächenbedarf verbunden. Unbelüftete Teiche haben den Nachteil, daß sie hoch eutrophieren und Massenentwicklungen von Phytoplankton auftreten. Dieses gelangt wiederum in hohem Maße in Vorfluter und führt zu beträchtlichen Sekundärverschmutzungen. Außerdem sind alle bekannten Reinigungsverfahren in Teichen stark von den meteorologischen Gegebenheiten abhängig. Eine verbesserte BSB₅- und CSV-Cr-Eliminierung kann durch das Ankoppeln von belüfteten Teichen als biologische Schwachlaststufe an eine biologische Hochlaststufe erreicht werden (z. B. DE-PS 3146-622).

Die Abwasserreinigung mittels künstlicher biologischer Verfahren hat immer den Nachteil der Bildung von überschüssiger Biomasse, die in externen Verfahren aufwendig behandelt werden muß. DD-WP 130332 beschreibt ein Verfahren zur biologischen Reinigung flüssiger tierischer Abprodukte, die einen erheblichen Überschuß an Stickstoff gegenüber CSV-Cr und Phosphor aufweisen. Nachteilig ist, daß schwer abbaubare CSV-Cr-Komponenten nicht im erforderlichen Maße abgebaut werden können. Des weiteren wird für die Funktion der 1. Teichstufe eine Belüftungseinrichtung benötigt, die einen zusätzlichen Energieaufwand erfordert. Zur Bekämpfung der verstärkten Eutrophierung von Oberflächengewässern wurde in letzter Zeit eine Vielzahl von Verfahren zur Phosphateliminierung (z. B. Anaerob-Aerob-Verfahren, Bardenpho-Verfahren (BARNARD, J. L. Water and Wastes Engn. 11 [1974] 7, 33-36 u. 43-44), Phostrip-Verfahren, DE-OS 3619229), die auf biologischem und/oder chemischem

Wege arbeiten, entwickelt. Die biologischen Verfahren sind durch eine Vielzahl von aeroben, anaeroben und anoxischen Stufen mit komplizierten Abwasser- und Schlämmschleisläufen gekennzeichnet. Sie benötigen zur Entfernung des Phosphats meist noch eine Fällungsstufe, die wie eine alleinige chemische Phosphatfällung mit erhöhtem Schlammanfall und Chemikalienverbrauch verbunden ist.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, phosphatreiche Abwässer mit einem CSV-Cr/BSB-Quotienten von ≥ 3 in einer Teichkaskade

- mit verbesserter CSV-Cr- und BSB₅-Eliminierung
 - bei gleichzeitiger optimaler Behandlung von Überschußschlamm aus biologischen Abwasserreinigungsanlagen ohne zusätzliche externe Verfahrensstufen
 - unter Realisierung von typischen, stabilen Biozönosen in den jeweiligen Teichen der Kaskade ohne zusätzliche Trennstufen
 - mit erhöhter Phosphatelimination
- soweit zu reinigen, daß die gereinigten Abwässer den Anforderungen, die an Brauchwasser gestellt werden, erfüllen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Reinigung von phosphatreichen Abwässern, die entweder von vornherein einen ungünstigen CSV-Cr/BSB₅-Quotienten von ≥ 3 besitzen oder durch ein vorhergehendes, übliches biologisches Reinigungsverfahren auf den CSV-Cr/BSB₅-Quotienten von ≥ 3 verändert worden sind, zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß derartige Abwässer mit einem NH₄-N-Gehalt bis maximal 5 mg · l⁻¹ gemeinsam mit Überschußbiomasse aus einer biologischen Abwasserbehandlungsstufe in den 1. einer aus 4 bis 8 Teichen bestehenden Teichkaskade eingebracht werden. Die Aufgabe der eingebrachten Biomasse besteht darin, gezielt ein anaerobes Milieu zu erzeugen und zu erhalten, um auf diese Weise organisches Substrat, das auf aerobem Wege nur schwer abbaubar ist, auf anaerobem Wege zu adsorbieren und zu metabolisieren. Gleichzeitig ist eine verstärkte Denitrifizierung zu verzeichnen. Dieser 1. Teich ist so zu bemessen, daß die Wassertiefe nach 2jähriger Betriebszeit noch mindestens 1 m und die Verweilzeit des Wassers noch mindestens 1 Tag beträgt. In diesem 1. Teich sedimentiert die eingebrachte Biomasse zum größten Teil und wird anaerob stabilisiert. Aufschwimmende und suspendierte Biomasse wird mittels eines Biofilters, der ablaufseitig hydraulisch stabil angeordnet ist, in diesem 1. Teich der Kaskade zurückgehalten. Der Biofilter bewächst außerdem noch mit Biomasse, wodurch eine zusätzliche Reinigungsleistung bewirkt wird. Der Biofilter besteht aus dicht gepackten band- oder fadenförmigen künstlichen oder natürlichen Stoffen, beispielsweise Polypropylen und ist so angeordnet, daß etwa 5 bis 20%, vorzugsweise etwa 10%, der Gesamtlänge des Teiches von der Sohle bis mindestens 10 cm oberhalb des maximalen Wasserspiegels ausgefüllt sind. Das Milieu in den nachfolgenden Teichen der Teichkaskade wird von fakultativ anaerob fortschreitend aerob gehalten. In allen Teichen ist ablaufseitig je ein Biofilter wie in Teich 1 angeordnet.

Das Klarwasser wird, belüftet mittels Prallteller in den 2. Teich überführt. Die Wassertiefe beträgt hier, wie in den nachfolgenden Teichen etwa 0,6 m mit einer Verweilzeit des Wassers von jeweils etwa 1 Tag. Einer oder mehrere oder alle aeroben Teiche sind künstlich oder natürlich mit emersen Limnophyten bepflanzt. Die Teiche sind durch Überfallkanten miteinander verbunden. Die Niveauunterschiede der Wasseroberflächen betragen jeweils 0,1 bis 0,2 m. Die Teichkaskade wird längs ohne Rückvermischung durchflossen.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens liegen in einer verbesserten CSV-Cr- und BSB₅-Eliminierung gegenüber den herkömmlichen Abwasserreinigungsverfahren in Teichen. Der in den 1. Teich der Teichkaskade eingebrachte Bioschlamm ist in diesem Verfahren nicht nur Mittel zur Reinigung des Abwassers, sondern wird gleichzeitig anaerob stabilisiert, in seinem Volumen erheblich reduziert und für eine bestimmte Zeit zwischengelagert. Dadurch können die notwendigen externen Verfahrensschritte zur Behandlung des anfallenden Überschußschlammes entfallen. Als günstig hat sich die Anordnung der Biofilter erwiesen, die einerseits ein Abtreiben von suspendierter und aufschwimmender Biomasse verhindern, andererseits als Trägermaterial für fixierte Mikroorganismen dienen und somit einen Beitrag zum biologischen Abbau leisten. Außerdem wird es dadurch möglich, die aktive Biomasse in dem jeweiligen Teich der Kaskade zu halten und somit eine für jeden Teich typische stabile Biozönose zu realisieren. Auf diese Weise kann eine plötzliche Massenentwicklung von Algen mit den gefürchteten Auswirkungen von Sekundärverschmutzungen verhindert werden. Es wurde gefunden, daß bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Behandlung von charakterisierter Abwässer neben einer überraschend hohen CSV-Cr-Eliminierung auch eine ungewöhnlich hohe Phosphatelimination von mindestens 70% erreicht wurde. Der Ablauf des so behandelten Abwassers ist klar und farblos und erfüllt die Anforderungen, die an Brauchwasser gestellt werden. Die typische Saisonabhängigkeit der Reinigungsleistung, die bei allen anderen Abwasserreinigungsverfahren in Teichen zu verzeichnen ist, trat nur in einem unwesentlichen Umfang auf.

Ausführungsbeispiel 1

In einer biologischen Abwasserreinigungsanlage, in der phosphatreiche Abwässer mit einem hohen Gehalt an Tensiden behandelt werden, wird das biologisch gereinigte Abwasser mit der gesamten Überschußbiomasse in den 1. einer aus 5 Teichen bestehenden Teichkaskade eingeleitet. Dieser 1. Teich hat eine Wassertiefe von 2 bis 2,5 m, ein Seitenverhältnis a:b von 4:1 und ist so bemessen, daß nach einer Betriebszeit von 3 Jahren mit vollständiger Aufnahme des Überschußschlammes die Verweilzeit des Wassers noch mindestens 1 Tag bei einer Wassertiefe von mindestens 1,5 m beträgt. Das Milieu in diesem 1. Teich wird anaerob gehalten. Vor dem Ablauf des 1. Teiches, bestehend aus einem höhenverstellbaren Mönch, befindet sich ein Rechen. Vor diesem Rechen ist ein Biofilter, der aus dicht gepackten Bändern aus Polypropylen mit Breiten von 3 bis 30 mm und Längen von durchschnittlich 1 m besteht, angeordnet und zwar so, daß die gesamte Ablaufseite in einer Länge, die etwa 10% der Gesamtlänge des Teiches entspricht, von der Sohle bis 10 cm oberhalb des maximalen Wasserspiegels ausgefüllt ist.

In diesem 1. Teich wird die Überschußbiomasse größtenteils sedimentiert und anaerob stabilisiert. Der Biofilter hält einerseits suspendierte und aufschwimmende Biomasse in diesem 1. Teich zurück, andererseits bewächst er mit Biomasse. Das Klarwasser wird, belüftet mittels Prallteller, in den 2. Teich überführt. Die Wassertiefe beträgt hier, wie auch in den Teichen 3, 4 und 5, etwa 0,6 m mit einer Verweilzeit des Wassers von jeweils etwa 1 Tag. Das Milieu der Teiche 2 bis 5 ist von fakultativ anaerob fortschreitend aerob. Zum Zwecke der Trennung der Biozönosen in den jeweiligen Teichen sind auch hier jeweils ablaufseitig Biofilter auf die gleiche Weise wie im Teich 1 angeordnet. Der 4. und 5. Teich sind teilweise mit Schilf bewachsen. Die Teiche sind durch Überfallkanten miteinander verbunden. Die Niveauunterschiede der Wasseroberflächen betragen jeweils 0,1 bis 0,2 m. Das gesamte Teichsystem wird längs, ohne Rückvermischung durchflossen. Bei Anwendung des Verfahrens gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden folgende Effekte erzielt:

	Zulauf ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Ablauf ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Eliminierung (%)
CSV-Cr	400–700	150–200	75 (Durchschnitt)
BSB ₅	100–200	10–30	92 (Durchschnitt)
Tenside	4–20	0–3	95 (Durchschnitt)
PO ₄ -P	20–40	5–10	70 (Durchschnitt)
NH ₄ -N	< 5	< 2	60 (Durchschnitt)
abfiltrierbare Stoffe	1 000–3 000	< 10	

Das so behandelte Abwasser ist klar und farblos und erfüllt die Anforderungen, die an Brauchwasser gestellt werden.

Ausführungsbeispiel 2

Abwasser einer gewerblichen Wäscherei und Überschußschlamm aus einer Belebungsanlage für kommunale Abwasser mit einem Trockensubstanzgehalt von $25 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ werden im Verhältnis 10:1 in den 1. einer aus 6 Teichen bestehenden Teichkaskade eingeleitet. Dieser 1. Teich hat eine Wassertiefe von 2 bis 2,5 m, ein Seitenverhältnis a:b von 4:1 und ist so bemessen, daß nach einer Betriebszeit von 3 Jahren mit vollständiger Aufnahme des Überschußschlammes die Verweilzeit des Wassers noch mindestens 1 Tag bei einer Wassertiefe von mindestens 1,5 m beträgt. Das Milieu in diesem 1. Teich wird anaerob gehalten. Vor dem Ablauf des 1. Teiches, bestehend aus einem höhenverstellbaren Mönch, befindet sich ein Rechen. Vor diesem Rechen ist ein Biofilter, der aus dicht gepackten Bändern aus Polypropylen mit Breiten von 3 bis 30 mm und Längen von durchschnittlich 1 m besteht, angeordnet und zwar so, daß die gesamte Ablaufseite in einer Länge, die etwa 10% der Gesamtlänge des Teiches entspricht, von der Sohle bis 10 cm oberhalb des maximalen Wasserspiegels ausgefüllt ist. In diesem 1. Teich wird die Überschußbiomasse größtenteils sedimentiert und anaerob stabilisiert. Der Biofilter hält einerseits suspendierte und aufschwimmende Biomasse in diesem 1. Teich zurück, andererseits bewächst er mit Biomasse. Das Klarwasser wird, belüftet mittels Prallteller, in den 2. Teich überführt. Die Wassertiefe beträgt hier, wie auch in den Teichen 3, 4, 5 und 6, etwa 0,6 m mit einer Verweilzeit des Wassers von jeweils 2 Tagen. Das Milieu der Teiche 2 bis 6 ist von fakultativ anaerob fortschreitend aerob zum Zwecke der Trennung der Biozönosen, in den jeweiligen Teichen sind auch hier jeweils ablaufseitig Biofilter auf die gleiche Weise im Teich 1 angeordnet. Der 5. Teich ist vollständig und der 6. Teich teilweise mit Rohrkolben bewachsen. Die Teiche sind durch Überfallkanten miteinander verbunden. Die Niveauunterschiede der Wasseroberflächen betragen jeweils 0,1 bis 0,2 m. Das gesamte Teichsystem wird längs, ohne Rückvermischung durchflossen. Bei der Anwendung des Verfahrens gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden folgende Effekte erzielt:

	Zulauf ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Ablauf ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Eliminierung (%)
CSV-Cr	2 200	180	92
BSB ₅	720	30	96
Tenside	110	5	95
PO ₄ -P	62	7	89
NH ₄ -N	4,5	2,0	55
abfiltrierbare Stoffe	2 500	8	

Das so behandelte Abwasser ist klar und farblos und erfüllt die Anforderungen, die an Brauchwasser gestellt werden.