



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 53 906 C 2

51 Int. Cl.⁷:
C 02 F 3/30
C 02 F 3/10
C 02 F 3/32
C 02 F 9/00

21 Aktenzeichen: 198 53 906.1-44
22 Anmeldetag: 23. 11. 1998
43 Offenlegungstag: 21. 6. 2000
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 11. 2001

DE 198 53 906 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Materialforschungs- und Prüfanstalt an der
Bauhaus-Universität Weimar, 99423 Weimar, DE

74 Vertreter:
Liedtke, K., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 99089 Erfurt

72 Erfinder:
Kulle, E.-Peter, Dr., 37308 Steinbach, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

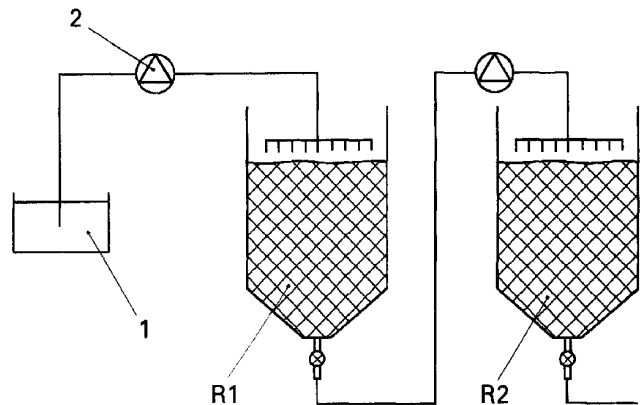
- DE 36 42 419 A1
- DE 26 07 114 A1
- DE 25 53 050 A1
- DE 92 09 989 U1
- WO 91 16 270 A1

MATHYS, Renata G.: Nitrifikation / Denitrifikation
- Neue Aspekte und Verfahren. In: gwa 2/94, S.89-
S.103;

BEWERNICK, M., u.a.: Neues Verfahren zur Stick-
stoffentfernung in Kläranlagen mit biologischer
Reinigungsstufe. In: Korrespondenz, Abwasser
12/94, 41.Jg., S.2261-2274;

54 Verfahren und Anordnung zur Reinigung von Sickerwasser

57 Verfahren zur biotechnologischen Reinigung von Ab-
wässern, insbesondere NH₄-haltiger Abwässer, schwach-
belasteter Industrie-, Deponie- und Kompostierungssik-
kerwässer, wobei in einer ersten Stufe in mehreren hinter-
einander angeordneten Reaktorsegmenten mit spezifi-
schen Füllmaterialien biochemische Umsetzungen erfol-
gen und in einer zweiten Pufferstufe weitere Reinigungs-
leistungen vorgenommen werden, dadurch gekennzeich-
net, dass als Pufferstufe ein Pflanzenbeet nachgeordnet
wird.



DE 198 53 906 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur biotechnologischen Reinigung von Abwässern, insbesondere NH₄-haltiger Abwässer, schwachbelasteter Industrie-, Deponie- und Kompostierungssickerwässer, wobei in einer ersten Stufe in mehreren hintereinander angeordneten Reaktorsegmenten mit spezifischen Füllmaterialien biochemische Umsetzungen erfolgen und in einer zweiten Pufferstufe weitere Reinigungsleistungen vorgenommen werden und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Deponiesickerwässer sind je nach Art und Dichte des abgelagerten Materials, der Umsetzungen und biologischen Aktivitäten verunreinigt. In vielen Gegenden sind Sickerwässer von Hausmülldeponien durch höhere anorganische, aber relativ geringe organische Belastung gekennzeichnet. Die erforderlichen Behandlungs- und später Nachsorgekosten erfordern dabei auf Jahre hinaus erhebliche Kosten.

[0003] Dabei hängt die Sickerwasserbildung auf den Deponien neben technischen Maßnahmen zum Oberflächenabfluß vor allem von den Niederschlägen, der Verdunstung, der Versickerung, der Speicherung und den biochemischen Abbauvorgängen ab.

[0004] Deponiesickerwässer verursachen insbesondere dann hohe Reinigungskosten, wenn ausschließlich rein technische Verfahren, wie z. B. die Umkehrosmose, angewendet werden. Aber auch eine Mitbehandlung in kommunalen Kläranlagen ist oft unökonomisch und stellt keine echte Alternative dar. Erschwerend kommt hinzu, daß die bereits deponierten Mengen noch einer jahrzehntelangen Nachsorge bedürfen.

[0005] Im Stand der Technik sind zur Abwasserreinigung biologische Verfahren, Membranverfahren, Eindampfung und Adsorption bzw. deren Kombinationen in vielfältigen Ausführungsformen bekannt.

[0006] Die Verfahren zur Sickerwasserreinigung werden im wesentlichen in zwei Gruppen unterteilt. Die sind die Verfahrensgruppe zum Abbau bzw. zur Zerstörung von Schadstoffen, zu der die biologische Reinigungsverfahren und die Oxidationsverfahren zählen und die Verfahrensgruppe

[0007] Zur Abtrennung oder Aufkonzentrierung der Schadstoffe, zu der die Verfahren mit Fällung/Flockung, die Adsorptionsverfahren, die Membranverfahren (Umkehrosmose, Nano-, Ultrafiltration) und die Strippverfahren gehören.

[0008] Die Entscheidung über die zu wählenden Verfahren zur Behandlung von Deponiesickerwässern muß vorrangig nach den für die Umwelt gefährlichen Inhaltsstoffen getroffen werden. Besondere Bedeutung haben dabei die enthaltenen Salze, der AOX-Wert und Schwermetalle.

[0009] Es wird im allgemeinen angenommen, daß die Schädlichkeit eines Sickerwassers mit der Höhe des AOX-Wertes korreliert. Enthält Sickerwasser gefährliche Stoffe, die sich im erhöhten AOX-Gehalt oder Konzentrationen einzelner kritischer Verbindungen (z. B. polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane) zeigen, so muß eine Reinigung nach den bekannten Verfahren erfolgen.

[0010] Biologische Verfahren zur Sickerwasserreinigung werden bisher oft als vorgeschaltete Reinigungsstufe eingesetzt. Als Endprodukte des bakteriellen Stoffwechsels werden mineralische Substanzen wie Kohlendioxid, Wasser, Chlorid, Nitrat gebildet. Darüber hinaus entstehen auch Metabolite. Nicht abbaubare Inhaltsstoffe des Sickerwassers können sich mit der dabei gebildeten Biomasse oder den Metaboliten adsorptiv oder durch andere Bindungsreaktionen assoziieren. Eine Hemmung des Abbaus von organi-

schen Substanzen kann durch zu hohe Salzkonzentrationen ausgelöst werden. Oft fehlen sog. essentielle Verbindungen (z. B. Phosphor). Um die Abbaufähigkeiten spezieller Mikroorganismen nutzen zu können, kann die Dosierung organischer Cosubstrate erforderlich sein.

[0011] Um die Voraussetzungen zu schaffen, daß die biologischen Prozesse wirkungsvoll ablaufen, müssen die Prozessbedingungen an den Bedürfnissen der um- und abbaurelevanten Mikroorganismen orientiert werden. Beispiele für derartige Reaktoren sind das Kaskaden-Belebungs-Verfahren und der Sequencing-Batch-Reaktor.

[0012] Die biologisch aerobe Reinigung von Deponiesickerwässern als eine Untergruppe bekannter Verfahren führt lediglich zu einer nennenswerten Eliminierung des biologisch leicht abbaubaren Anteils. Voraussetzung sind die in den biologischen Reaktoren entscheidenden Standortbedingungen für die zum Abbau befähigten Mikroorganismen.

[0013] Unter den chemisch-physikalischen Verfahren stehen eine Reihe geeigneter Methoden, die teilweise noch im Entwicklungs- und Erprobungsstadium sind, zur Verfügung.

[0014] Leichtstoffabscheidung und Flotation werden zur Abtrennung spezifisch leichter Stoffe und suspendierter Fest- bzw. Flüssigstoffe aus Sickerwässern eingesetzt.

[0015] Die Fällung und Flockung mit anschließender Sedimentation kann im allgemeinen durch Einsatz von Eisen- und Aluminiumsalzen als Füllmaterial durchgeführt werden. Kalkhydrat und organische Flockungsmittel unterstützen die Bildung und Absetzbarkeit der Flocken. In Verfahrenskombination mit der Fällung, Flockung und Sedimentation findet partiell die Abtrennung von Schwermetallen als Hydroxide und die Abtrennung von dispersen organischen Stoffen Anwendung. Andere Inhaltsstoffe werden mit dieser Methode nicht entfernt.

[0016] Adsorptionsverfahren, bei denen als Adsorptionsmittel Aktivkohle und Adsorberharze eingesetzt werden, sind nur in Kombination mit anderen chemisch-physikalischen oder biologischen Verfahren wirtschaftlich. Schwer abbaubare TOC- und AOX-Substanzen werden zwar entfernt, wobei die Aktivkohlebehandlung als letzter Behandlungsschritt einer mehrstufigen Reinigung von Deponiesickerwässern eingesetzt werden sollte. Problematisch und teuer ist jedoch die Regeneration der Aktivkohle oder der Adsorberharze.

[0017] Bei den Oxidationsverfahren ist vor allem die Naßoxidation von Bedeutung. Schadstoffe werden hierbei durch die chemische Umwandlung abgebaut, allerdings ist das Verfahren sehr aufwendig.

[0018] Mit der Umkehrosmose wird die zu behandelnde Menge als Sickerwasser reduziert. Das Verfahren ist für weniger belastete Sickerwässer in Kombination mit anderen Verfahren erfolgreich, aber aufwendig und teuer.

[0019] Dem destillativen Verfahren Eindampfung und Strippung kommt heute immer mehr Bedeutung zur Entfernung bestimmter Inhaltsstoffe zu. Die Eindampfung als thermisches Verfahren konzentriert Sickerwasserinhaltsstoffe auf. Das Verfahren ist eines der wenigen, die in großtechnischen Maßstab bereits über einen längeren Zeitraum eingesetzt und weiterentwickelt werden. Die zu erreichende Destillatqualität konnte an zahlreichen Deponiesickerwässern im Labor sowie im halb- und großtechnischen Maßstab aufgezeigt werden. Ein Nachteil ist der sehr hohe Energieaufwand.

[0020] Neben der thermischen und biologischen Behandlung sind auch Kombinationen dieser beiden Verfahren möglich. Erste Untersuchungen und Planungen ihrer großtechnische Behandlungsanlagen werden seit geraumer Zeit durchgeführt.

[0021] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Ver-

fahren und eine Anordnung zur Reinigung von Deponiesickerwasser anzugeben, das universell anwendbar ist, unterschiedlichen Anforderungen angepaßt werden kann, kostengünstig einsetzbar ist und sowohl für die Nachsorge geschlossener Deponien als auch bei Anfall von Sickerwässern beliebiger Deponien sowie bei der Behandlung der Sickerwässer aus Kompostierungsanlagen geeignet ist.

[0022] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren, welches die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale und mit einer Vorrichtung, welche die in Anspruch 5 angegebenen Merkmale enthält, gelöst

[0023] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0024] Die Erfindung beschreibt die Verwendung von Kompostreaktoren zur biotechnologischen Reinigung schwach belasteter Deponiesickerwasser. Dabei ist das verwendete Kompostmaterial durch vorherige Untersuchungen auf seine Eignung hin zu testen. Der modulartige Aufbau der Reaktoren sichert eine flexible Gestaltung des Systems.

[0025] Die Erfindung verwendet ein dynamisches Humifizierungssystem zur biotechnologischen Reinigung NH_4 -haltiger Abwässer wie kommunale Abwässer, schwach belasteter Industrie-, Deponie- und Kompostierungssickerwässer. Dabei handelt es sich um ein permanent humifizierendes, hydromorphes System, daß bei hohen N-Gehalten im Abwasser hervorragende Reinigungsleistungen erbringt.

[0026] Das Verfahren besteht aus zwei Hauptstufen, wobei in einer ersten Stufe in mehreren hintereinander angeordnete Reaktorsegmente mit spezifischen Füllmaterialien die nötigen biochemischen Umsetzungen erfolgen und in einer zweiten Stufe mit einem nachgeschalteten Pflanzenbeet oder einer ähnlichen Pufferstufe weitere Reinigungsleistungen vorgenommen werden und damit ein ausreichendes Sicherheitspotential ergeben.

[0027] Die Anzahl der verwendeten Segmente kann in Abhängigkeit von der jeweiligen Abwasserbelastung gewählt werden.

[0028] In der Einfahrphase des Systems erfolgt ein "Lernprozeß" durch Adaption und Selektion.

[0029] Das einzubauende Material besteht aus diversen Rohmaterialien von nachwachsenden Rohstoffen (im allgemeinen landwirtschaftliche Erzeugnisse) mit Anteilen von Torf, Kompost und Sanden, die in Schichtung in die Segmente der 1. Reinigungsstufe eingebaut werden. Die Zusammensetzung der nacheinander geschalteten Segmente wird dabei in Anpassung an das spezifische Abwasser verändert. Zunächst dominiert ein umfassender Nitrifikationsprozeß durch vertikale Passage, selbst bei NH_4 -Gehalten im Grammbereich. Danach durchfließt das Abwasser Segmente, die im Aufstaubetrieb eine mehrstündige Verweilzeit des Abwassers garantieren, um weiterreichende Denitrifikationsprozesse einzuleiten. Die abschließenden Segmentstufen realisieren in einem humifizierenden Rotteprozeß eine weitere N-Eliminierung und Kohlenstoff-Abbau.

[0030] Das verwendete Material wird durch vorherige Untersuchungen auf Toxizität untersucht. Der modulartige Aufbau der Reaktoren sichert eine flexible, variable Gestaltung des Systems und ermöglicht auf einfache Weise den Austausch.

[0031] Bei der Dimensionierung einer Anlage spielen das Verhältnis von Durchmesser zur Höhe der Segmentstufen eine große Rolle. Eine gleichmäßige kontinuierliche, aber intermittierende Beschickung der Anlage sollte Ruhephasen von mindestens acht Stunden gewährleisten.

[0032] Das erfindungsgemäße alternative Verfahren ist besonders für schwach belastete Sickerwässer und Nachsorgemaßnahmen kostengünstig einsetzbar. Es handelt sich um ein naturnahes zweistufiges Verfahren mit Kompostfilter

und Pflanzenbeet. Die Besonderheit besteht in der Kombination unterschiedlicher naturnaher Prozesse und damit vielfältiger Reaktionsräume und -kapazitäten mit hohem, längerfristigem Puffervermögen. Es ist unter den Bedingungen des Deponiebetriebes vorteilhaft anwendbar.

[0033] Es stellt eine ökologisch vorteilhafte und kostengünstige Alternative für spezifische Deponiesituationen dar, um einerseits den gesetzlich fixierten Umweltauflagen gerecht zu werden und andererseits den Bürger im sozial verträglichem Rahmen zu belasten.

[0034] Die Erfindung wird im Folgenden an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

[0035] In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

[0036] Fig. 1 die Anordnung der ersten Stufe mit Kompostreaktoren und

[0037] Fig. 2 die Anordnung der zweiten Verfahrensstufe mit Pflanzenbeeten.

[0038] Das Sickerwasser wird gemäß Fig. 1 in einer ersten Stufe, die ein technisches System in Form eines Kaskadensystems darstellt, vorgereinigt. Es wird aus dem Sammelbecken 1 in das Kaskadensystem mit mehreren Kaskadenkörpern (Reaktoren) geleitet. Die Kompostreaktoren weisen einen modularen Aufbau aus, wobei jede Reaktorsäule aus vier Segmenten besteht, die mit einem Gabelstapler bewegt und dadurch verändert werden können.

[0039] Der Transport des Wassers kann infolge eines natürlichen Gefälles oder durch Pumpen 2 mit Fremdenergie erfolgen.

[0040] In der in Fig. 2 dargestellten zweiten Stufe durchläuft das zu reinigende Wasser eine Kaskade aus n Pflanzenbeeten $P_1 \dots P_n$. Die Pflanzenbeete können für den Einzel-, Parallel- oder Kaskadenbetrieb ausgelegt und entsprechend angeordnet sein. Der Wassertransport kann auch hier mit oder ohne Fremdenergie erfolgen.

[0041] Auf ihrem Weg durch den Deponiekörper werden die Sickerwässer je nach Art und Dichte des abgelagerten Materials, der Umsetzungen und der biologischen Aktivitäten verunreinigt. Sickerwasser aus Hausmülldeponien zeichnet sich in der Regel durch höhere anorganische Belastungen (Ammonium, Chlorid, Sulfat), eine geringere organische Belastung (CSB, BSB5), niedrigere Arsen-, Blei- und Quecksilberkonzentrationen und höhere Konzentrationen von Cadmium, Eisen, Nickel, Kupfer, Chrom und Zink aus. Die AOX-Konzentrationen spielen in diesem Fall eine erhebliche Rolle.

[0042] Ein kleiner Teil von ca. 200 l/h des von der Deponie kommenden Sickerwassers wird im freien Gefälle zu den Beschickungseinrichtungen der Humus-Kompost-Reaktoren geführt. Jede der vier parallel betriebenen Einheiten besitzt eine andere Gestaltung der Inhaltsstoffe, um den Einfluß verschiedener Parameter erfassen können.

[0043] Die Teilströme der vier Reaktoren können getrennt eingestellt werden. Das aus den Reaktoren austretende Wasser wird gesammelt und zum Pflanzenbeet gepumpt. Aus der Auswertung von Laborergebnissen werden die Abmessungen des Pflanzenbeetes an die jeweiligen Verhältnisse angepaßt. Zur Vermeidung eventueller Versickerungen ist eine Folienabdichtung zum Untergrund vorgesehen.

[0044] Grundsätzlich wird das die Anlage verlassende Wasser zurückgepumpt und gelangt in die Umkehrosmose-Anlage vor Ort. Damit ist sichergestellt, daß kein belastetes Wasser direkt in den Vorfluter gelangt oder versickert. Sämtliche Leitungen werden fest und stationär ausgeführt, um ein Austreten des Sickerwassers zu vermeiden.

[0045] Die biologische Sickerwasserreinigung bewirkt eine Elimination von Sickerwasserinhaltsstoffen durch biochemische Prozesse des Primär- und Sekundärstoffwechsels von Mikroorganismen. Das biologische Verfahren ist die zur

Zeit am häufigsten eingesetzte Vorstufe. Dabei werden die organischen Stoffe zum Teil veratmet bzw. vergoren, teilweise in körpereigene Substanzen umgewandelt und sind in komplexe Humifizierungsprozesse integriert. Weiterhin spielen Ammonifikations- und Nitrifikationsprozesse eine entscheidende Rolle.

[0046] Neu ist der Einsatz eines Kompostreaktors als stabilisierendes Element für die Sickerwasserreinigung.

[0047] Der Humus-Kompost-Reaktor ist für die Filtration, die Adsorption und den Um- bzw. Abbau der potentiellen Frachten der erste entscheidende Baustein. Der Arten- und Individuenreichtum der Mikrobiozönose ermöglicht die vielfältigsten biochemischen Reaktionen.

[0048] Über die Humusbestandteile und das Rohmaterial werden die teilweise hochkonzentrierten Stickstoffverbindungen und Salze in die vielfältigen Mineralisierungs- und Humifizierungsprozesse eingebunden. Fremdstoffe adsorbieren am zur Selbstregeneration befähigten Humuskörper und sind langfristig mikrobiell angreifbar.

[0049] Die aeroben, anoxischen und anaeroben Zonen sind für die Gesamtbiologie des Systems und seine Abbauleistung – insbesondere AOX – von Bedeutung. Der stoßweise Betrieb der Sickerwasserzufuhr und relativ lange Verweilzeiten wirken sich hierfür bei richtiger Wasserverteilung begünstigend aus.

[0050] Der Wurzelbereich (Rhizosphäre) des Pflanzenbeetes realisiert in ähnlicher Weise exzellente Adsorptions-, Puffer- und Abbausphären. Die Pflanzenwurzeln sorgen einerseits für eine O₂-Versorgung innerhalb der stark strukturierten Rhizosphäre und sind andererseits bevorzugter Siedlungsbereich (Oberflächenvergrößerung) für aerobe und anaerobe Bakterien.

[0051] Mit der wechselweise und flexibel möglichen Betriebsführung wird das System stabilisiert und kann optimiert werden.

[0052] Die Temperatur – als wichtigster exogener Einflußfaktor – wird in den biologischen Stufen durch Auflage von Kompost-Rohmaterial bzw. Durch den (salztoleranten) Pflanzenbestand des Humus-Kompost-Reaktors sowie das zur kalten Jahreszeit absterbende Pflanzenmaterial gesichert. Die Temperatur beeinflusst den biologischen Abbau über die physikalische Natur und die chemische Zusammensetzung der zu mineralisierenden Substanzen und verändert die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft. Im allgemeinen gehen die Abbauratzen mit sinkender Temperatur zurück.

[0053] Es ist bekannt, daß zahlreiche AOX-Verbindungen sowohl unter Labor- als auch natürlichen Bedingungen (in vivo) mikrobiell abgebaut werden. Solche, auch als "dispersed pollution" bezeichnete AOX-Belastungen sollten bei Nachsorgemaßnahmen keinesfalls im für Mikroorganismen toxischen Konzentrationsbereich liegen und somit in aerob/anaeroben Kulturtechniken abbaubar sein. Eine sog. Akklimationsperiode muß daher bei Abbau-Untersuchungen berücksichtigt werden.

[0054] Bei der erfindungsgemäßen Anordnung alternieren aerobe und anaerobe Bedingungen, um der Vielfalt der im AOX-Wert zusammengefaßten toxischen Einzelkomponenten sowie den Ansprüchen der heterogenen natürlichen Mikrobenpopulationen gerecht zu werden.

[0055] Ausgewählte Additiva (Komposte, weitere Zusätze) dienen der Stimulierung der mikrobiellen Biomasse (N-Versorgung, Vitamine) und dem Binden von toxischen Substanzen (u. a. an Zellwänden der Mikroorganismen) Sie verbessern damit gleichzeitig die Filter- und Bundefunktion von Schadstoffen aus dem Sickerwasser. Dabei spielen die C/N-Verhältnisse in den Reaktorstufen eine entscheidende Rolle. Mit den Humus-Fractionen werden darüber hinaus

Mikroorganismen und deren Exoenzyme (z. B. für Holz/Rinden-Humus; zahlreiche Bodenpilze, u. a. Ligninabbauer und deren Enzymspektren) in das System eingetragen. Die Additiva beeinflussen entscheidend die Abbauleistungen von Mikroorganismen. Sie weisen nach Zugabe von Glucose einen stimulierenden Effekt auf die Dechlorierung von PCP nach.

[0056] Parameter wie Druck und Wasserpotential im Boden können ebenfalls die biologische Abbaubarkeit beeinflussen.

[0057] Es werden mit Wasserpflanzen Salze akkumuliert und damit das Reinigungspotential von Pflanzen bezüglich Deponiesickerwasser genutzt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur biotechnologischen Reinigung von Abwässern, insbesondere NH₄-haltiger Abwässer, schwachbelasteter Industrie-, Deponie- und Kompostierungssickerwässer, wobei in einer ersten Stufe in mehreren hintereinander angeordneten Reaktorsegmenten mit spezifischen Füllmaterialien biochemische Umsetzungen erfolgen und in einer zweiten Pufferstufe weitere Reinigungsleistungen vorgenommen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Pufferstufe ein Pflanzenbeet nachgeordnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der verwendeten Reaktorsegmente in Abhängigkeit von der jeweiligen Abwasserbelastung gewählt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser Segmente durchfließt, die im Aufstaubetrieb eine mehrstündige Verweilzeit des Abwassers garantieren, um weiterreichende Denitrifikationsprozesse einzuleiten, und danach in abschließenden Segmentstufen in einem humifizierenden Rotteprozeß eine weitere N-Eliminierung und Kohlenstoff-Abbau des Abwassers erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschickung der Anlage in gleichmäßiger kontinuierlicher Weise erfolgt, wobei aber intermittierende Ruhephasen von mindestens 8 Stunden eingelegt werden.
5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor einer als Pflanzenbeet ausgebildeten Pufferanlage modularartig aufgebaute Kompostreaktoren angeordnet sind, die aus mehreren hintereinander angeordnete Reaktorsegmente bestehen, in denen sich Füllmaterialien zur biochemische Umsetzung befinden.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die Segmente der ersten Reinigungsstufe eine Schichtung mit Material aus diversen Rohmaterialien von nachwachsenden Rohstoffen mit Anteilen von Torf Kompost und Sanden eingebaut ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

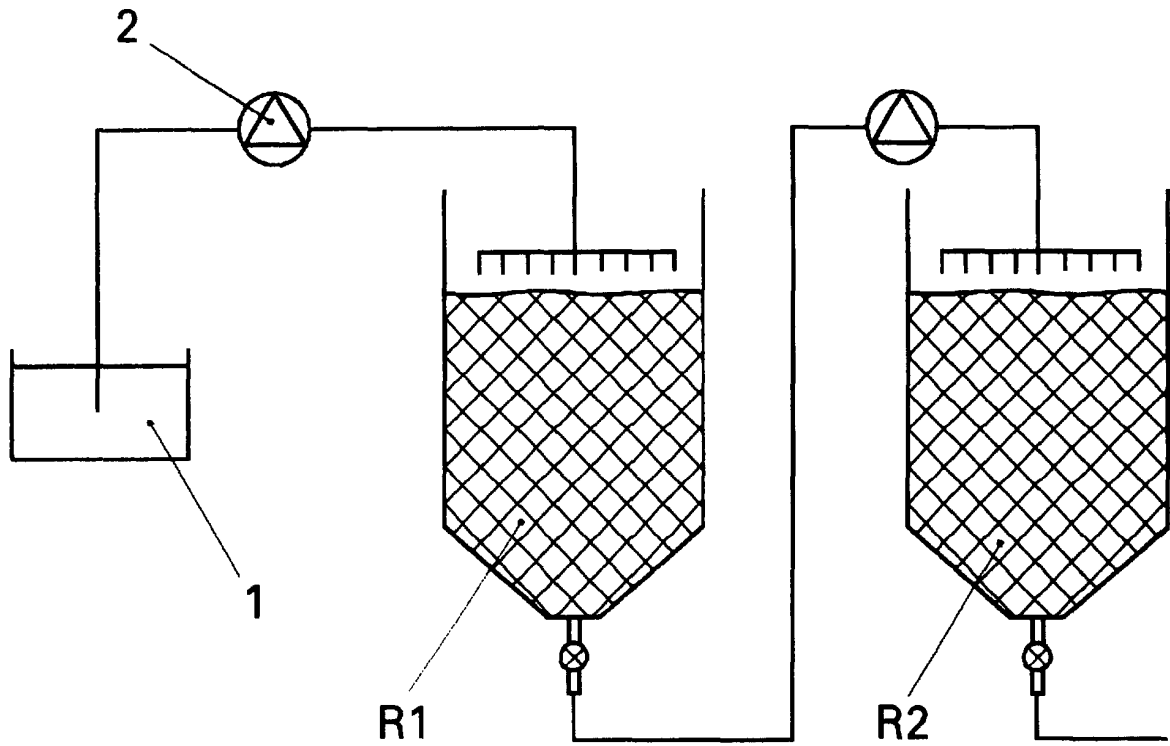


Fig. 1

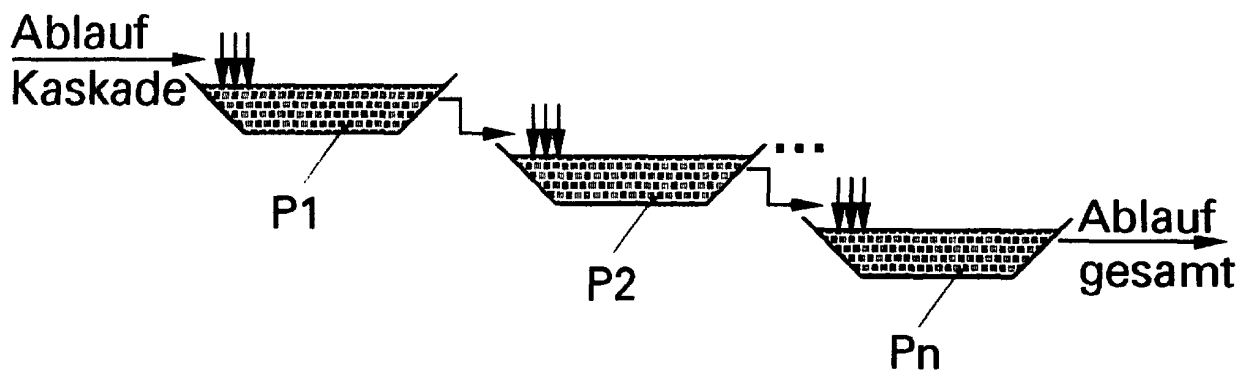


Fig. 2