



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 47 709 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
C 12 N 1/00
C 02 F 3/34
// (C02F 3/34,C12R
1:01,1:645)

21 Aktenzeichen: 100 47 709.7
22 Anmeldetag: 25. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 2. 5. 2002

DE 100 47 709 A 1

71 Anmelder:
Willuweit, Thomas, 95028 Hof, DE; Söll, Peter,
95028 Hof, DE

74 Vertreter:
Christophersen, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 40479 Düsseldorf

72 Erfinder:
Willuweit, Thomas, 95028 Hof, DE; Söll, Peter,
95028 Hof, DE; Müller, Robert, 95028 Hof, DE

56 Entgegenhaltungen:
WO 93 01 138

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Aufbereitung von Wasser unter Einsatz von Mikroorganismen

57 Es wird ein Verfahren zur Reinigung und/oder Aufarbeitung von Wässern, insbesondere stehenden und fließenden Gewässern, unter Einsatz von Mikroorganismen, welche in Form von Mikrokapseln vorliegen, vorgeschlagen. Das Verfahren hat den Vorteil, dass die Mikroorganismen in geeigneten Behältnissen, welche vom Wasser durchströmt werden, eingebracht und in diesen Behältnissen im Wasser fixiert werden können. Dadurch wird ein Ausspülen und Entfernen der Mikroorganismen mit der Strömung vermieden und die Reinigung kann auch in besonders stark belasteten Gewässerregionen erfolgen.

DE 100 47 709 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung und/oder Aufbereitung von stehenden und/oder fließenden Gewässern unter Einsatz von Mikroorganismen, die Verwendung von verkapselten Mikroorganismen zur Reinigung und/oder Aufbereitung von stehenden und/oder fließenden Gewässern sowie ein Kit-of-Parts, umfassend verkapselte Mikroorganismen sowie eine Aufnahme für die verkapselten Mikroorganismen, welche in stehende und/oder fließende Gewässer eingebracht werden kann.

[0002] Stehende und fließende natürliche Gewässer weisen in der Regel eine gewisse Selbstreinigungskraft auf, d. h. Verunreinigungen können in beschränktem Umfang abgebaut werden. Diese Selbstreinigungskräfte reichen bei stark belasteten Gewässern nicht aus. Diesen Gewässern werden zur Unterstützung der (Selbst)Reinigung häufig Mikroorganismen zugesetzt, die insbesondere schädliche Stickstoffverbindungen in unbedenkliche Verbindungen, wie elementaren Stickstoff abbauen können.

[0003] Die Mikroorganismen werden in der Regel als Zellsuspensionen eingesetzt und in dieser Form, gegebenenfalls mit einem wässrigen Lösungsmittel, in die Gewässer eingebracht. Die Mikroorganismen bleiben aufgrund der der gewässereigenen Strömung und der Diffusion nicht an Ort und Stelle sondern gelangen auch in andere Regionen des Gewässers. In diesen Regionen können die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen ungünstig sein, so dass eine Schadstoffentfernung nicht stattfinden kann. Ferner ist eine Fixierung der Mikroorganismen in besonders belasteten Gewässerregionen nicht möglich.

[0004] Im Bereich der Aquaristik treten schon bei geringen Mengen an löslichen Stickstoffverbindungen Probleme auf, da z. B. Ammoniak bereits ab einer Konzentration von 0,01 mg/L toxisch auf Fische wirkt. Insbesondere in Aquarien, die künstliche Systeme darstellen, ist der Selbstreinigungsprozeß bereits bei geringen Mengen an enthaltenen Fremdstoffen, wie Stickstoffverbindungen etc., besonders störanfällig.

[0005] Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das es ermöglicht, stehende und/oder fließende Gewässer lokal unter Einsatz von Mikroorganismen zu reinigen beziehungsweise aufzuarbeiten, d. h. die schädlichen Substanzen unter Verwendung von Mikroorganismen abzubauen. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zum Abbau von organischen und anorganischen Stickstoffverbindungen.

[0006] Bei der Stabilisierung des Stickstoffkreislaufes bereiten mikrobiologische Prozesse wie die Stickstofffixierung, Stickstoffassimilation und die Denitrifikation in der Regel keine Probleme, die Abbauleistungen aus Nitrifikationsprozessen und auch die Mineralisierung organischer Stickstoffverbindungen sind häufig nicht ausreichend.

[0007] Bei vielen mikrobiologischen Prozessen ist nachteilig, dass der Aktivitätszeitraum der Mikroorganismen nur wenige Tage beträgt und diese dann absterben.

[0008] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist demgemäß ein Verfahren zur Reinigung und/oder Aufarbeitung von Wässern unter Einsatz von Mikroorganismen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Mikroorganismen verkapselter Form vorliegen.

[0009] Überraschenderweise wurde festgestellt, dass, wenn Mikroorganismen in verkapselter Form vorliegen, das zu reinigende Wasser über eine in den Kapselmaterialien vorliegende Netzstruktur in das Kapselinnere eindringen und so mit den Mikroorganismen in Kontakt kommen. Über die teilweise durchlässige Kapselwand werden gleichzeitig

Mikroorganismen auch an die Umgebung abgegeben, so dass innerhalb der Kapseln ein Kontakt zwischen den schädlichen Substanzen und den Mikroorganismen unter Abbau dieser Substanzen stattfindet. Aufbereitung im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet insbesondere die Entfernung von schädlichen chemischen Verbindungen, wie Stickstoffverbindungen und Phosphat.

[0010] Ein weiterer Vorteil der Verkapselung der Mikroorganismen liegt darin, dass diese während der Lagerung vor einem Abbau und damit einem Verlust an Aktivität geschützt werden. Ferner ist es möglich, die Mikroorganismen auch über einen längeren Zeitraum zu lagern.

[0011] Wässer im Sinne der vorliegenden Erfindung sind natürliche und künstliche stehende und fließende Gewässer, wie Teiche und Seen, Abwasseranlagen, Aquarien, Wässer aus Wasserkreisläufen von Industrieanlagen und Haushaltsanlagen usw.

[0012] Die Kapseln sind vorzugsweise Mikrokapseln, d. h. sind Pulver beziehungsweise Teilchen mit einem Durchmesser von etwa 1 bis etwa 10.000 µm, insbesondere von 100 bis 5.000 µm, worin die Mikroorganismen in fester oder flüssiger Form von einem festen bis gelartigen, in der Regel polymeren, Wandmaterial umhüllt sind.

[0013] Durch die Auswahl der Wandmaterialien, wie natürlichen oder synthetischen Polymeren, kann die Wandung dicht, permeabel oder semipermeabel gestaltet werden. Somit ergibt sich eine Fülle von Möglichkeiten, die eingekapselte Substanz gesteuert freizusetzen, z. B. durch Zerstören der Hülle oder durch Permeation oder auch durch chemische Reaktionen, die im Inneren der Mikrokapseln ablaufen können.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Kapselwand für Wasser und in darin gelösten Substanzen. In dieser Ausführungsform erfolgt der Kontakt der schädlichen Substanzen, mit den Mikroorganismen derart, dass das Wasser durch die Kapselwand in die Kapseln eindringt und in der Kapsel der Reinigungsprozess abläuft. Durch den Reinigungsprozess vermehren sich die Mikroorganismen bis die Kapazitätsgrenze der Kapsel erreicht ist und die Kapselwand aufbricht, d. h. die Mikroorganismen werden freigesetzt.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform werden solche Kapselmaterialien eingesetzt, die sich in Wasser langsam, vorzugsweise in einer definierten Geschwindigkeit, auflösen beziehungsweise abgebaut werden, so dass langsam eine Freisetzung der Mikroorganismen über einen definierten Zeitraum erfolgt.

[0016] Das Wandmaterial der erfindungsgemäßen Mikrokapseln geeignetes Material sein, wie beispielsweise natürliche oder synthetische Polymere. Vorzugsweise werden Polymere eingesetzt, die gleichzeitig auch als Kohlenstoffquelle für die verwendeten Mikroorganismen dienen können. In dieser Ausführungsform wird die Kapselwand durch die Mikroorganismen abgebaut und porös. Sobald die Wand ausreichend große Poren aufweist, erfolgt eine Freisetzung der Mikroorganismen.

[0017] hindurchtreten und in Beispiele für geeignete Polymere sind polymere Polysaccharide, wie Agarose oder Cellulose, Proteine, wie Gelatine, Gummi arabicum, Albumin oder Fibrinogen, Ethylcellulose, Methylcellulose, Carboxymethylethylcellulose, Celluloseacetate, Polyanillin, Polypyrrol, Polyvinylpyrrolidon, Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polyvinylalkohol, Polyethylen, Polypropylen, Copolymere aus Polystyrol und Maleinsäureanhydrid, Epoxidharze, Polyethylenimine, Copolymere aus Styrol und Methylmethacrylat, Polystyrolsulfonat, Polyacrylate und Polymethacrylate, Polycarbonate, Polyester, Silikone, Methylcellulose,

Gemische aus Gelatine und Wasserglas, Gelatine und Polyphosphat, Celluloseacetat und Phthalat, Gelatine und Copolymeren aus Maleinsäureanhydrid und Methylvinylether, Celluloseacetatbutyrat, Chitosan, Polydialkyldimethylammoniumchlorid, Mischungen aus Polyacrylsäuren und Polydiallyldimethylammoniumchlorid sowie beliebige Gemische der voranstehenden.

[0018] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden Alginat- und Alginatderivate zur Herstellung der Kapsel eingesetzt. Die Alginat- haben den Vorteil, dass sie keinen negativen Einfluss auf die Aktivität der Mikroorganismen aufweisen, ferner können sie von Mikroorganismen über einen bestimmten Zeitraum, wie von einer Woche bis zu mehreren Monaten langsam abgebaut werden. Durch den langsamen Abbau der Kapselwand werden nach und nach die eingeschlossenen Mikroorganismen in höherem Maße freigesetzt. Aus der biologischen Abbaubarkeit des Wandmaterials ergibt sich der weitere Vorteil, dass im Gewässer keine Reststoffe beziehungsweise Abfallprodukte verbleiben. Der verwendete Filter kann nach Auflösung der eingesetzten verkapselten Mikroorganismen erneut mit den erfindungsgemäßen Kapseln gefüllt werden.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden als Wandmaterialien aufgereinigte Alginat-, insbesondere die unter den CAS-Nummern 9005-38-3 und 9005-32-7 beschriebenen Alginat- verwendet. Die aufgereinigten Alginat- haben den Vorteil, dass sie nur geringe Mengen an freien organischen Substanzen enthalten, welche ggf. die Stabilität und Aktivität der Mikroorganismen beeinträchtigen können.

[0020] Das Wandmaterial kann gegebenenfalls vernetzt sein. Übliche Vernetzer sind Glutaraldehyd, Harnstoff/Formaldehydharze, Taninverbindungen, wie Taninsäure, Erdalkalitionen, wie Ca^{2+} -Ionen, die z. B. als Chloride zugesetzt werden können, und deren Gemische.

[0021] Als Mikroorganismen können beliebige zur Aufbereitung von Wasser geeignete Mikroorganismen eingesetzt werden einschließlich mariner Mikroorganismen, Algen und Pilzen. Vorzugsweise sind die Mikroorganismen ausgewählt chemolithoautotrophen Nitrifikanten, wie den Ammoniakoxidanten und den Nitritoxidanten, die ausgewählt sein können aus den nitrifizierenden Mikroorganismen, insbesondere Bakterien der Gattungen Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrospira, Nitrosovibrio und Nitrospira, insbesondere die Arten Nitrosomonas halophila, Nitrosomonas eutropha und Nitrosomonas europaea, Nitrosomonas oligotropha, Nitrosomonas ureae, Nitrosomonas aestuarii, Nitrosomonas marina, Nitrosomonas sp. 3 Nm 51, Nitrosomonas communis, Nitrosomonas nitrosa, Nitrosomonas sp. 1 Nm 33, Nitrosomonas sp. 2 Nm 41, Nitrosomonas cryotolerans, sowie die nitritoxidierenden Bakterien der Gattungen Nitrobacter und Nitrospira, insbesondere Nitrobacter winogradskyi. Geeignet sind auch heterotrophe Nitrifikanten, z. B. Pilze der Gattung Aspergillus, Penicillium und Cephalosporium, Algen, Arthrobacter sp., Alcaligenes faecalis, Nocordia sp. usw. Es können auch beliebige Kombinationen, d. h. Mischkulturen, von Mikroorganismen eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Mischkulturen können hinsichtlich der Aktivität und Abbauleistung synergistische Effekte erhalten werden. Beispiele für Mischkulturen sind z. B. Kombinationen der Arten Nitrosomonas und Nitrobacter.

[0022] Insbesondere wenn nitrifizierende Mikroorganismen eingesetzt werden, hat es sich als besonders geeignet erwiesen, die Mikroorganismen in Form von wässrigen Zellsuspensionen einzusetzen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden stabilisierte Mikroorganismen eingesetzt, insbesondere solche der Anzucht und Stabilisierung gemäß dem in der deutschen Patentanmeldung

199 08 109.3-41 beschriebenen Verfahren durch Zusatz von NO und/oder NO_2 erfolgt.

[0023] Eine besonders gute Stabilisierung der Mikroorganismen kann erreicht werden, wenn diese als Zellsuspension eingesetzt werden, welche ein Puffersystem enthält. Beispiele für geeignete Puffer sind Essigsäure/Acetat, $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$, Phosphorsäure/ $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$, $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$, Citronensäure/Citrat, Milchsäure/Lactat, festes CaCO_3 , etc.

[0024] Um ein Aktivitätsoptimum der Mikroorganismen zu erreichen, liegt der pH-Wert in den Kapseln vorzugsweise zwischen 4 und 9, besonders bevorzugt zwischen 5 und 8 und insbesondere zwischen 7 und 8. Sofern unter den Anwendungsbedingungen einstellbar, wird das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise in einem Temperaturbereich von 10°C bis 35°C , besonders bevorzugt in einem Bereich von 15°C bis 30°C und insbesondere zwischen 20°C und 30°C durchgeführt.

[0025] In einer weiteren möglichen Ausführungsform werden die in fester Form, z. B. in gefriergetrockneter Form, vorliegenden Mikroorganismen, ggf. in Gegenwart eines in fester Form vorliegenden Puffersystems, verkapselt. Beim Einsatz der Kapseln in wässriger Umgebung dringt Wasser in die Kapseln ein, die verkapselten Substanzen, d. h. die Mikroorganismen und ggf. die Pufferkomponenten, lösen sich auf und werden aktiv.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform enthält der Kapselkern und/oder die Kapselwand Pigmente, z. B. anorganische oder organische Weiß-, Schwarz- oder Buntpigmente und/oder UV-Strahlenfilter. Durch die Verwendung von Pigmenten ist es zum Einen möglich, den Kapseln ein ansprechendes Äußeres zu verleihen, zum Anderen können die Pigmente insbesondere lichtempfindliche Mikroorganismen vor zu starker Licht- bzw. Sonneneinstrahlung schützen. Einen weiteren Schutz vor schädlichen Lichteinwirkungen bieten UV-Strahlenfilter. Die Pigmente und/oder die UV-Strahlenfilter können z. B. gemeinsam mit den Mikroorganismen verkapselt werden und im Kern vorliegen oder auch in die Kapselwand eingearbeitet werden. Unter diese Ausführungsform fällt auch, daß diese Komponenten sowohl im Kapselinneren als auch in der Kapselwand vorliegen.

[0027] Als Pigmente können beliebige anorganischen oder organische Pigmente verwendet werden, die keine negative Wirkung auf die Aktivität der Mikroorganismen aufweisen. Beispiele für anorganische Pigmente sind Kalk (CaCO_3), Titandioxid, Bleiweiß, Zinkweiß, Lithopone, Antimonweiß, Ruß, Eisenoxidschwarz, Manganschwarz, Cobaltschwarz, Antimonschwarz, Bleichromat, Mennige, Zinkgelb, Zinkgrün, Cadmiumrot, Cobaltblau, Berliner Blau, Ultramarinblau, Manganviolett, Cadmiumgelb, Schweinfurter Grün, Molybdatorange und Molybdatot, Chromorange und Chromrot, Chromoxidgrün, Strontiumgelb usw., oder in der Natur vorkommende Pigmente wie Ocker, Umbra, Grünerde, Terra di Siena, Graphit usw. Kalk bzw. CaCO_3 hat sich als bevorzugt erwiesen, da es zusätzlich Puffereigenschaften aufweist und auch als CO_2 -Quelle für die Mikroorganismen dienen kann.

[0028] Die Herstellung der Mikrokokapseln kann in an sich bekannter Weise erfolgen. Beispiele für mögliche Herstellungsverfahren sind Phasentrennverfahren, auch Koazervation genannt, mechanisch-physikalische Verfahren, Grenzflächenpolymerisation sowie adsorptive Verfahren.

[0029] Koazervation bedeutet, dass ein gelöstes Polymer in eine polymerreiche, noch lösungsmittelhaltige Phase mittels Desolvation überführt wird. Das Koazervat lagert sich an der Grenzfläche des zu verkapselnden Materials unter Ausbildung einer zusammenhängenden Kapselwand an und

wird durch Trocknung oder Polymerisation verfestigt.

[0030] Zum Umhüllen fester Kernmaterialien eignen sich auch mechanisch-physikalische Verfahren, worin das Umhüllen in der Wirbelschicht oder durch Sprühtrocknung erfolgt.

[0031] In den genannten Grenzflächen-Polymerisationsverfahren erfolgt die Wandbildung durch Polykondensation oder Polyaddition aus monomeren oder oligomeren Ausgangsstoffen an der Grenzfläche einer Wasser/Öl-Emulsion.

[0032] Bei den adsorptiven Verfahren werden Schichten aus polyanionischen und polykationischen Polymeren aufgebracht und bilden so die Kapselwand, die üblicherweise aus 2 bis 20 Schichten bestehen kann.

[0033] Zur Herstellung von Mikrokapseln aus Alginat wird vorzugsweise eine 1 bis 5%-ige, insbesondere 1,5 bis 2,5%-ige Alginatsuspension eingesetzt. Diese Alginatsuspension wird mit einer Suspension der Mikroorganismen, die vorzugsweise ebenfalls eine möglichst hohe Konzentration aufweist, vermischt und anschließend in an sich bekannter Weise der Mikroverkapselung unterzogen.

[0034] Die erhaltenen Kapseln können ohne weitere Verarbeitungsschritte wie Trocknung, eingesetzt werden. Auch das Trocknen der erhaltenen Kapseln zum Zwecke der Lagerung ist möglich.

[0035] Die erhaltenen Mikroorganismen können in an sich bekannter Weise dem zu reinigenden und/oder aufzuarbeitenden Wasser eingesetzt werden. Vorzugsweise werden die Kapseln jedoch in ein Behältnis eingebracht, welches in dem zu reinigenden Gewässer fest installiert werden kann. Es ist auch möglich, dass die Kapseln allein aufgrund ihres spezifischen Gewichts fixiert sind, d. h. von der Strömung nicht weiter getragen werden.

[0036] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden die erhaltenen Kapseln in einen sogenannten Filter eingebracht und durch das umgebende Filtermaterial fixiert.

[0037] Bei dem Einsatz in einem zu reinigenden Gewässer durchströmt das Wasser die Filtereinheit und kommt mit den Kapseln in Kontakt. Durch die vorzugsweise netzartige Struktur des Kapselmaterials dringt das zu reinigende Wasser einschließlich der schädlichen Substanzen in den Innenraum der Kapsel ein. Durch die Reaktion der Mikroorganismen mit den schädlichen Substanzen erfolgt ein Abbau dieser. Diese für das Wasser schädlichen Substanzen wirken für die Mikroorganismen gleichzeitig als Nährmedium, so dass es zu einer Vermehrung der Mikroorganismen kommt. Über die Kapselwand können die Mikroorganismen in das Gewässer hinaustreten und auch dort ihre Aktivität entfalten, so dass es zu einem weiteren Abbau der schädlichen Substanzen kommt und sich diese langsam im Gewässer verteilen.

[0038] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft Mikroorganismen, die schädliche Substanzen aus Wasser und aus Luft entfernen können, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie in Form von Kapseln vorliegen.

[0039] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung von Mikroorganismen in verkapselter Form zur Entfernung von schädlichen Substanzen, wie Stickstoffverbindungen und/oder Phosphat, aus Wässern und/oder aus der Luft.

[0040] Die Mikroorganismen werden vor ihrem erfindungsgemäßen Einsatz vorzugsweise in einem belüfteten und vorzugsweise gekühlten Behältnis gelagert, um einen möglichen Aktivitätsverlust gering zu halten. In einer bevorzugten Ausführungsform ist dieses Behältnis als sog. Spender ausgestaltet, dem die Mikroorganismen in der gewünschten Menge entnommen werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung und/oder Aufarbeitung von stehenden und fließenden Gewässern unter Einsatz von Mikroorganismen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mikroorganismen in Form von Mikrokapseln vorliegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapseln einen Durchmesser von 1 µm bis etwa 10.000 µm, insbesondere von 100 bis 5.000 µm, aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandmaterial ausgewählt ist aus polymere Polysaccharide, wie Agarose oder Cellulose, Proteine, wie Gelatine, Gummi arabicum, Albumin oder Fibrinogen, Ethylcellulose, Methylcellulose, Carboxymethylethylcellulose, Celluloseacetate, Polyanilin, Polypyrrol, Polyvinylpyrrolidon, Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polyvinylalkohol, Polyethylen, Polypropylen, Copolymere aus Polystyrol und Maleinsäureanhydrid, Epoxidharze, Polyethylenimine, Copolymere aus Styrol und Methylmethacrylat, Polystyrolsulfonat, Polyacrylate und Polymethacrylate, Polycarbonate, Polyester, Silikone, Methylcellulose, Gemische aus Gelatine und Wasserglas, Gelatine und Polyphosphat, Celluloseacetat und Phthalat, Gelatine und Copolymeren aus Maleinsäureanhydrid und Methylvinylether, Celluloseacetatbutyrat, Chitosan, Polydialkyldimethylammoniumchlorid, Mischungen aus Polyacrylsäuren und Polydiallyldimethylammoniumchlorid sowie beliebige Gemische der voranstehenden
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandmaterial für die Mikrokapseln ausgewählt ist aus natürlichen und/oder synthetischen Polymeren.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Wandmaterial ausgewählt ist aus Alginaten und Alginatderivaten.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroorganismen ausgewählt sind aus chemolithoautotrophen Nitrifikanten, wie den Ammoniakoxidanten und den Nitritoxidanten, wie den Bakterien der Gattungen Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosospira, Nitrosovibrio und Nitrosospira, insbesondere die Arten Nitrosomonas halophila, Nitrosomonas eutropha und Nitrosomonas europaea, Nitrosomonas oligotropha, Nitrosomonas ureae, Nitrosomonas aestuarii, Nitrosomonas marina, Nitrosomonas sp. 3 Nm 51, Nitrosomonas communis, Nitrosomonas nitrosa, Nitrosomonas sp. 1 Nm 33, Nitrosomonas sp. 2 Nm 41, Nitrosomonas cryotolerans, Nitrobacter und Nitrospira, insbesondere Nitrobacter winogradskyi, heterotrophe Nitrifikanten, wie Pilze der Gattung Aspergillus, Penicillium und Cephalosporium, Algen, Arthrobacter sp., Alcaligenes faecalis, Nocordia sp. und beliebige Gemische der voranstehenden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzucht und Stabilisierung der Mikroorganismen durch Zusatz von NO und/oder NO₂ erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in den Kapseln ein Puffersystem ausgewählt aus Essigsäure/Acetat, HCO₃⁻/CO₃²⁻, Phosphorsäure/H₂PO₃⁻/HPO₃²⁻, HSO₄⁻/SO₄²⁻, Citronensäure/Citrat, Milchsäure/Lactat, festem CaCO₃ enthalten ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kapselkern und/oder

die Kapselwand Pigmente, z. B. anorganische oder organische Weiß-, Schwarz- oder Buntpigmente und/oder UV-Strahlenfilter enthält.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapselwand für aufzubereitendes Wasser durchlässig ist. 5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die verwendeten Kapseln in einem Behältnis, welches wasserdurchlässig ist und gegebenenfalls von diesem durchströmt wird, eingebracht werden. 10

12. Mikroorganismen, die schädliche Substanzen aus Wasser und aus Luft entfernen können, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie in Form von Kapseln vorliegen. 15

13. Mikroorganismen werden vor ihrem erfindungsgemäßen Einsatz vorzugsweise in einem belüfteten und vorzugsweise gekühlten Behältnis gelagert, um einen möglichen Aktivitätsverlust gering zu halten. In einer bevorzugten Ausführungsform ist dieses Behältnis als sog. Spender ausgestaltet, dem die Mikroorganismen in der gewünschten Menge entnommen werden können. 20

14. Verwendung von Mikroorganismen in verkapselter Form zur Entfernung von schädlichen Substanzen, wie Stickstoffverbindungen und/oder Phosphat, aus Wässern und/oder aus der Luft. 25

15. Kit-of-Parts umfassend Mikroorganismen in verkapselter Form wie ein Behältnis zur Aufnahme der Kapseln, wobei das Behältnis eine für Wasser durchlässige Struktur aufweist. 30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -