



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 340 B**

(12)

PATENT SCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 796/2003
(22) Anmeldetag: 22.05.2003
(42) Beginn der Patentdauer: 15.06.2004
(45) Ausgabetag: 25.01.2005

(51) Int. Cl.⁷: **C02F 3/02**
C02F 7/00

(56) Entgegenhaltungen:
CN 1245151A DE 9016178U1
EP 0586805A2 MO 87/01690A1

(73) Patentinhaber:
MINNOVA MINERALIEN
HANDELSGES.M.B.H.
A-8501 LIEBOCH, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:
WESNER WOLFGANG DIPL.ING. MAG.
WIEN (AT).
KLEMENT ARNOLD MAG.
WIEN (AT).

(54) ANLAGE ZUR AUFBEREITUNG DES WASSERS VON STEHENDEN GEWÄSSERN

AT 412 340 B

(57) Anlage zur Aufbereitung des Wassers von stehenden Gewässern, wie z.B. Schwimmbiotopen, Gartenteichen, mit einem aeroben Biofilter (4) und einer Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung des Wassers die eine Vorrichtung zur Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff zumindest zwei mit Gleichspannung beaufschlagbare, insbesondere drahtförmige, Elektroden, eine Anode (7a) und eine Kathode (7b) umfasst, die in vorgegebenem Abstand zueinander im Wesentlichen parallel im Wasser angeordnet sind und/oder dass die Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung eine Wasserstrahlpumpe (10) zum Zuführen von Luftsauerstoff, mit Sauerstoff angereicherter Luft oder Reinsauerstoff in das Wasser umfasst.

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Aufbereitung des Wassers von stehenden Gewässern, wie z.B. Schwimmbiotopen, Gartenteichen, mit einem aeroben Biofilter und einer Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung des Wassers.

5 Stehende Gewässer wie Schwimmbiotope, Gartenteiche und dgl. sind einem kontinuierlichem Eintrag von organischem Material ausgesetzt. Dieser Eintrag entsteht sowohl durch die aktive Nutzung (schwimmen, baden, Haustiere etc.) als auch durch passive Verdriftung von biologischem Material (Blätter, Pflanzenteile, Insekten, Erde, Staub etc.).

10 Im Speziellen bei Gewässern mit Wasseroberflächen kleiner als 300m², aber auch bei intensiv genutzten Gewässern (Badeteiche), reicht die natürliche Selbstreinigungskapazität des Gewässers nicht aus, um einen vollständigen Abbau des eingetragenen organischen Materials (TOC) sicher zu stellen. In der Folge kommt es zur Anreicherung von organischem Material im Gewässer.

Steigen im Sommer die Temperaturen, so erhöht sich die mikrobiologische Aktivität im Gewässer und die kumulierte organische Substanz wird unter massiver Sauerstoffzehrung abgebaut (organische Substanz + Sauerstoff → Kohlendioxid + Wasser).

15 Da bei höheren Wassertemperaturen zusätzlich noch eine verminderte Löslichkeit von Sauerstoff gegeben ist, kann weniger Sauerstoff nachgeliefert werden als verbraucht wird. Sauerstoffmangel tritt auf.

Sauerstoffmangel äußert sich durch das Auftreten anaerober bakterieller Abbauprozesse (Fäulnis), deren Endprodukte geruchsintensiv (z.B. Schwefelwasserstoff - Geruch nach faulen Eiern) und daher im höchsten Maße unerwünscht sind.

20 Mit dem Abbau von organischer Substanz werden auch anorganische Nährstoffe freigesetzt. Dieser Vorgang wird als Mineralisierung bezeichnet. Produkte der Mineralisierung sind im Wesentlichen Ammonium, Nitrat, orto-Phosphat, Kalium, Magnesium und Spurenelemente.

25 Die mineralischen Nährstoffe können (im Gegensatz zum organischen Material vor der Mineralisierung) direkt von Wasserpflanzen und Algen aufgenommen werden, wodurch deren Wachstum gefördert wird. Eine zusätzliche Förderung des Wachstums ergibt sich aus der Anreicherung des Kohlendioxides, welches in Folge der Abbauprozesse entsteht.

30 Die Förderung des Wachstums der Wasserpflanzen ist generell erwünscht, während das Wachstum der Algen durchwegs als unerwünscht und störend empfunden wird. Es gilt daher, ein System dahingehend zu optimieren, dass das Auftreten von Algenwachstum (Phytoplankton wie Fadenalgen) minimiert wird.

Um dem ökologischem Anspruch derartiger stehender Gewässer gerecht zu werden, verbietet sich der Einsatz von oxidativen Chemikalien wie Chlor, Wasserstoffperoxid, Mineralsäuren etc., wie das im Swimmingpool üblich ist.

35 Nach dem Stand der Technik ist der Einsatz von biologischen Filteranlagen zur Aufbereitung von Wasser in Kombination mit geeigneten Wasserrumwälzsystemen (Skimmervorrichtung, Teichpumpe und Verteilereinrichtung) üblich. In derartigen Filtersystemen findet in einem ersten Schritt eine mechanische Partikelfiltration statt. Damit verbleibt der größte Teil der organischen Substanz im Filter, wo auch der Abbau stattfinden muss.

40 Durch unzureichenden Abbau in Folge der Sauerstoffversorgung in Teilen oder dem gesamten Filterkörper kommt es bei erhöhten Wassertemperaturen im Sommer zu anaeroben Abbauprozessen mit unerwünschter Geruchsbildung, sowie zu unregelmäßiger, stoßförmiger Nährstofffreisetzung, welche das Algenwachstum fördert. Im Speziellen führen anaerobe Verhältnisse im Filter zur plötzlichen Reduktion von schwerlöslichen Eisen(III)-hydroxiden zu löslichen Eisen(II)-Verbindungen, wodurch die Freisetzung von ortho-Phosphaten, welche während des aeroben Betriebs des Filters auf der Oberfläche der Eisenhydroxyde gebunden werden, erfolgt. Da Phosphor das limitierende Element für das Algenwachstum darstellt, kommt es in der Folge zu erhöhtem Algenwachstum.

50 Die CN 1 245 151 A offenbart ein biologisches Filtersystem, dass eine Wasserpumpe, eine Belüftungseinrichtung und ein biologisches Filter umfasst. In der DE 90 16 178 U1 wird eine Badeteichanlage geoffenbart. In den Badeteich rückgeführtes, gereinigtes Wasser wird zur Sauerstoffanreicherung des Wassers über eine Kaskade geleitet. Nachteilig an derartigen Ausführungen ist, dass der Sauerstoff nicht dort dem Wasser zugeführt wird, wo der Bedarf am größten ist, und die Sauerstoffaufnahme des Wassers in einer Kaskade begrenzt und nicht steuerbar ist.

55 Die EP 0 586 805 A2 beschreibt einen Filter für Teichwasser. Schmutziges Wasser wird beim

Durchsteigen eines pflanzlichen Wurzelraumes gereinigt. Jedoch sieht eine derartige Einrichtung keine Möglichkeit vor, den Sauerstoffverlust durch die Bakterien auszugleichen bzw. dem Gewässer Sauerstoff zuzuführen.

5 Aus die WO 87/01690 A1 geht ein Verfahren zur Anreicherung von Wasser in einem Gewässer mit Sauerstoff hervor. Der Sauerstoff wird dem Gewässer am Grund mittels Elektrolyse zugeführt. Dazu wird ein Stromfluss durch das als Elektrolyt dienende Wasser zwischen einem anodischen und einem kathodischen Bereich einer im Bodenbereich des Gewässers angeordneten, sich über große Flächen erstreckenden Elektrode aufgebaut. Als Gegenelektrode dient bei dieser Anordnung der Gewässergrund.

10 Nachteilig an einem Verfahren gemäß der WO 87/01690 A1 ist die Verwendung des Erdpotentials als Gegenpotential zur am Gewässergrund verlegten, netzförmigen Elektrode. Da der Gewässergrund üblicherweise schlecht leitfähig ist und das Erdpotential nicht konstant ist, findet über den Bereich der Netzelektrode keine gleichmäßige Elektrolyse statt. Bei einer weiteren Ausführungsform sind stabförmige Gegenelektroden in den Gewässergrund eingebracht. Die im Grund versenkten Elektroden liegen auf positivem Potential. Der Stromfluss erfolgt durch den Gewässergrund zur Netzförmigen Elektrode, wodurch ebenfalls keine gleichmäßige Elektrolyse über den Bereich der Netzelektrode stattfindet. Weiters ist nachteilig, dass eine Vorrichtung gemäß der WO 87/01690 A1 einen nur geringen Wirkungsgrad aufweist.

20 Unter Berücksichtigung des nächstliegenden Stand der Technik ergibt sich als Aufgabe der Erfindung, eine Anlage zur Aufbereitung des Wassers von stehenden Gewässern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 derart weiterzubilden, dass die bekannten Nachteile vermieden werden, dass diese einen hohen Wirkungsgrad aufweist und der durch eine biologische Filtration verursachte Sauerstoffverlust besonders wirkungsvoll und gezielt kompensiert werden kann, und die Anreicherung von organischem Material oder Nährstoffspitzen durch unkontrollierte Mineralisierung sowie Sauerstoffmangel verhindert und somit die Ausbildung von Algen minimiert.

25 Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Vorrichtung zur Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff zumindest zwei mit Gleichspannung beaufschlagbare, insbesondere drahtförmige, Elektroden, eine Anode und eine Kathode umfasst, die in vorgegebenem Abstand zueinander im Wesentlichen parallel im Wasser angeordnet sind und/oder dass die Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung eine Wasserstrahlpumpe zum Zuführen von Luftsauerstoff, mit Sauerstoff angereicherter Luft oder Reinsauerstoff in das Wasser umfasst.

30 Damit wird erreicht, dass die aerobe Bakterienflora von biologischen Filtrationssystemen zu jeder Zeit mit ausreichend Sauerstoff versorgt wird, um das Wasser in stehenden Gewässern ausreichend aufzubereiten, d.h. so viele Nährstoffe zu binden, sowie deren Rücklösung aus dem Filter zu minimieren, dass Algenbildung zuverlässig vermieden wird. Durch Elektrolyse des Wassers wird mit geringem technischen Aufwand Sauerstoff genau dort zu erzeugen, wo er für die aerobe Bakterienflora benötigt wird. Der Vorteil beim Einsatz einer Wasserstrahlpumpe besteht darin, dass Sauerstoff so mit besonders geringem Energieaufwand in das Wasser eingebracht werden kann.

40 In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung den Sauerstoff innerhalb des aeroben Biofilters dem Wasser zuführt. Der Vorteil besteht in einer bedarfsgerechten Produktion von Sauerstoff für die aerobe Bakterienflora. So kann Sauerstoff genau in jenem Bereich dem Wasser zugeführt werden, wo er durch die aeroben Prozesse am stärksten verbraucht wird.

45 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der aerobe Biofilter als zwangsdurchströmter Filter ausgebildet ist. Durch eine Zwangsdurchströmung, insbesondere mit definierter Strömungsrichtung, kann das Auftreten von anaeroben Einschlüssen im Filter verhindert werden.

50 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der aerobe Biofilter als Bodenfilter ausgebildet ist. Im Bodenbereich ist durch eine erhöhte Konzentration abgelagerter organischer Substanzen der Biofilter besonders wirkungsvoll, sodass konstante aerobe Bedingungen sicherer erzielt werden können.

55 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann ein Regelkreis, bestehend aus einem Sensor zur Erfassung des momentanen Sauerstoffgehalts im Wasser, und einer Steuereinheit zur Steuerung der Sauerstoffanreicherung vorgesehen sein. Damit kann die Sauerstofferzeugung an die jeweils

momentan gegebenen Verhältnisse angepasst werden und der benötigte Energieaufwand minimiert werden.

In einer anderen Variante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Elektroden im Ablauf, insbesondere im unmittelbaren Ablauf, des aeroben Biofilters des aeroben Biofilters angeordnet sind. Die Aufnahme von Sauerstoff im Wasser kann im unmittelbaren Ablaufbereich des aeroben Biofilters am besten erfolgen, weil dort die Konzentration von im Wasser gelöstem Sauerstoff am niedrigsten ist. Gleichzeitig kann dabei ein Austrag an Kohlendioxid im Gleichgewicht mit der Atmosphäre stattfinden. Kohlendioxid wirkt als Nährstoff für Algen und tritt im Ablauf des Biofilters als Endprodukt des biologischen Abbaues in erhöhter Konzentration auf.

In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die Elektroden in einem Textilgewebe, vorzugsweise einem Kunststoffgewebe, in vorgegebenem Abstand zueinander integriert sind. Das Gewebe ist hierbei aus einem elektrisch isolierendem Material, wohl aber wasser- und gasdurchlässig ausgeführt. Damit kann auf technisch leicht realisierbare Art sichergestellt werden, dass ohne weitere technische Einrichtungen wie z.B. Abstandshalterungen der für den Betrieb der

Elektrolyse notwendige Abstand der Elektroden eingehalten wird.

In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die Elektroden durch Metalldrähte gebildet sind. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Auswahl der verwendeten Metalle für eine elektrolytische Erzeugung von Sauerstoff aus Wasser geeignet ist. Der Vorteil bei der Verwendung von Metalldrähten liegt in der leichten Integrierbarkeit in Kunststoff- oder Textilgewebe sowie in der Formbarkeit, womit die jeweils gegebenen geometrischen Verhältnisse eines stehenden Gewässers leicht berücksichtigt werden können.

In Weiterführung der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die als Anode betriebene Elektrode Titan, Edelmetall oder leitfähiges Metalloxid enthält und/oder die als Kathode betriebene Elektrode aus Edelstahl gebildet ist. Derartige Materialien weisen eine hohe Korrosionsbeständigkeit unter Wasser auf, was eine lange Lebensdauer der erfindungsgemäßen Anlage sicherstellt.

Eine Variante der Erfindung kann darin bestehen, dass die Wasserstrahlpumpe unmittelbar nach einer Teichpumpe angeordnet ist. Dadurch wird die Pumpleistung der Teichpumpe neben dem Umwälzen des Teichwassers auch zur Sauerstoffanreicherung verwendet.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig.1 einen schematischen Vertikalschnitt eines Schwimmbiotopes;

Fig.2 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung auf elektrolytischer Basis und

Fig.3 einen schematischen Vertikalschnitt einer Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung mittels Luftsauerstoff mit einer Wasserstrahlpumpe.

Fig. 1 zeigt als typisches Beispiel für ein stehendes Gewässer mit biologischen Filtrationssystem ein Schwimmbiotop, das mit einer wasserdichten Folie 11 gegen das umliegende Erdreich abgegrenzt ist. Der Filtrationsprozess wird durch eine Wasserumwälzung in Gang gehalten. Im folgenden wird Fig. 1 diesem Wasserkreislauf folgend beschrieben.

Über eine Skimmervorrichtung 1 wird Oberflächenwasser von einer Teichpumpe 2 angesaugt und über eine Rohrleitung oder einen Schlauch in Pfeilrichtung in eine Verteilereinrichtung 3 am Grund des Gewässers im Bereich einer Filterzone 13, z.B. ein zwangsdurchströmter aerober Bodenfilter, befördert. Die Verteilereinrichtung 3, beispielsweise ein mit vielen kleinen Löchern versehenes Schlauchsystem, lässt das Wasser nun von unten durch den aeroben Filter 4 dringen. Dieser kann im wesentlichen aus Kies, Sand, Zeolith oder anderen geeigneten körnigen Substraten aufgebaut sein, auf denen sich die aerobe Bakterienflora zur biologischen Aufbereitung des Wassers bildet. Nach der biologischen Aufbereitung des Wassers gerät dieses wieder in Oberflächennähe, von dort in den Schwimmbereich 14 und wird erneut von der Skimmervorrichtung 1 erfasst.

Das Schwimmbiotop enthält eine Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung im Wasser. Diese kann grundsätzlich beliebig ausgeführt sein.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten bevorzugten Ausführung ist eine Vorrichtung zur elektrolytischen Sauerstofferzeugung vorgesehen. Diese besteht aus einer Gleichspannungsquelle (Trafo) 6 und aus zwei Elektroden 7a und 7b. Diese können auch in einem Kunststoff- oder Textilgewebe 7c zueinander in gleichmäßigem und definiertem Abstand integriert sein. Sauerstoff O_2 wird elektroly-

tisch aus Wasser durch die Anodenreaktion $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ freigesetzt. Die sauerstoff-
zeugende Einrichtung kann nun derart positioniert sein, dass sie in unterschiedlichen Bereichen in
Relation zum aeroben Biofilter Sauerstoff in das Wasser abgibt. In Strömungsrichtung gesehen
kann der Sauerstoff vor, innerhalb oder nach dem aeroben Biofilter ins Wasser abgegeben werden.

5 Auch mehrere dieser Bereiche können für die Sauerstoffanreicherung vorgesehen sein.

Es kann ein Regelkreis vorgesehen sein (siehe Fig. 2), der aus einem Sensor 8 zur Erfassung
des momentanen Sauerstoffgehalts im Wasser, sowie einem Steuerelement 9 zur Steuerung der
Sauerstoffanreicherung besteht. Die Art der Steuerung ist nicht erfindungswesentlich. Der Regel-
kreis bewirkt, dass Sauerstoff jeweils nur in dem Ausmaß produziert wird, wie er zur Herstellung
10 jenes Sauerstoffgehalts im Wasser benötigt wird, der eine erhöhte Algenbildung vermeidet. Eine
überschüssige und somit unnötige Sauerstoffproduktion bzw. Luftsauerstoffzuführung kann
somit vermieden werden.

Als besondere Ausführungsform wird für die Anode 7a ein spezialbeschichteter Titandraht und
für die Kathode 7b ein Edelstahldraht, als geometrischer Parallelabstand zwischen diesen 1 cm,
15 und als angelegte Gleichspannung 10V gewählt.

Als weitere besondere Ausführungsform wird Sauerstoff nicht elektrolytisch erzeugt, sondern in
Form von Luft gemeinsam mit dem Umwälzwasser durch die Verteileinrichtung 3 befördert (siehe
Fig. 3). Die benötigte Luft kann beispielsweise durch eine Wasserstrahlpumpe 10 im Wasserkreis-
lauf unmittelbar nach der Teichpumpe 2 dem Wasserkreislauf zugeführt werden, wobei ein ent-
sprechender Luftschlauch 12 beispielsweise an der Skimmervorrichtung 1 befestigt ist und über die
20 Wasseroberfläche hinausragt. Der Luftsauerstoff wird hierbei über diesen Luftschlauch 12 und den
Sog der Wasserstrahlpumpe 10 in den Wasserkreislauf aufgenommen. Statt Luftsauerstoff kann
aber auch mit Sauerstoff angereicherte Luft oder auch Reinsauerstoff 2 dem Wasserkreislauf
zugeführt werden.

25

PATENTANSPRÜCHE:

- 30 1. Anlage zur Aufbereitung des Wassers von stehenden Gewässern, wie z.B. Schwimmbio-
topen, Gartenteichen, mit einem aeroben Biofilter (4) und einer Vorrichtung zur Sauerstoff-
anreicherung des Wassers **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Anreiche-
rung des Wassers mit Sauerstoff zumindest zwei mit Gleichspannung beaufschlagbare,
insbesondere drahtförmige, Elektroden, eine Anode (7a) und eine Kathode (7b) umfasst,
35 die in vorgegebenem Abstand zueinander im Wesentlichen parallel im Wasser angeordnet
sind und/oder dass die Vorrichtung zur Sauerstoffanreicherung eine Wasserstrahlpumpe
(10) zum Zuführen von Luftsauerstoff, mit Sauerstoff angereicherter Luft oder Reinsauer-
stoff in das Wasser umfasst.
2. Anlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung zur Sauerstoff-
anreicherung den Sauerstoff innerhalb des aeroben Biofilters (4) dem Wasser zuführt.
- 40 3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der aerobe Biofilter (4)
als zwangsdurchströmter Filter ausgebildet ist.
4. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der aerobe
Biofilter (4) als Bodenfilter ausgebildet ist.
- 45 5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Regel-
kreis, bestehend aus einem Sensor (8) zur Erfassung des momentanen Sauerstoffgehalts
im Wasser, und einer Steuereinheit (9) zur Steuerung der Sauerstoffanreicherung integriert
ist.
6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektroden
(7a,b) im Ablauf, insbesondere im unmittelbaren Ablauf (5), des aeroben Biofilters (4)
50 angeordnet sind.
7. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektroden
(7a,b) in einem Textilgewebe (7c), vorzugsweise einem Kunststoffgewebe, in vorgegebenem
Abstand zueinander integriert sind.
- 55 8. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektroden
(7a,b) durch Metalledrähte gebildet sind.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die als Anode betriebene Elektrode (7a) Titan, Edelmetall oder leitfähiges Metalloxid enthält und/oder die als Kathode betriebene Elektrode (7b) aus Edelstahl gebildet ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wasserstrahlpumpe (10) unmittelbar nach einer Teichpumpe (2) angeordnet ist.

5

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

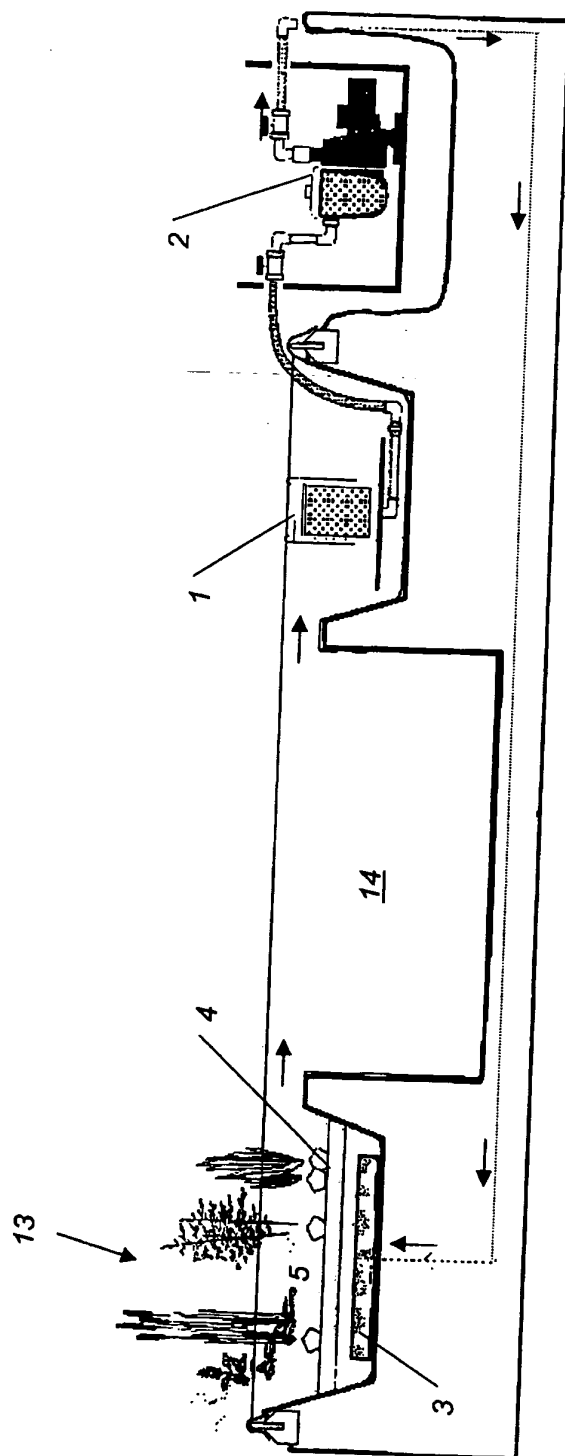


Fig. 1

