



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 09 509 T2 2005.09.29**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 200 361 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 09 509.6**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR00/02761**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 967 948.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/027039**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.10.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.04.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **31.03.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.09.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C02F 3/04**
C02F 3/32

(30) Unionspriorität:
9912855 08.10.1999 FR

(73) Patentinhaber:
Mongin, Pierre, Cerelles, FR; Mongin-Ganster, Jacqueline, Cerelles, FR; Mongin, Stephane, Tours, FR

(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
**Mongin, Pierre, 37390 Cerelles, FR;
Mongin-Ganster, Jacqueline, 37390 Cerelles, FR;
Mongin, Stephane, 37000 Tours, FR**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR REINIGUNG VON STÄDTISCHEN, LANDWIRTSCHAFTLICHEN UND/ODER INDUSTRIELLEN ABWÄSSERN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Behandlung von Abwässern wird von den meisten Gesetzgebungen zwingend gefordert. Obendrein empfehlen die Behörden, wie etwa die französischen "Wasserwirtschaftsämter", die Benutzung von Verfahren, die die Einleitung der Abwässer zu immer größer werdenden Anlagen limitieren, und die auf möglichst autonome Weise funktionieren sowie minimales externes Eingreifen erfordern. Er ist auch wünschenswert, Verfahren zu benutzen, die nur geringer Investitionen bedürfen. Die vorliegende Erfindung wird allen diesen Anforderungen gerecht.

[0002] Selbst wenn die gegenwärtig verfügbaren Systeme einigen dieser Anforderungen Genüge leisten, weisen alle unterschiedlichen Nachteile auf. Vor allem ihre Kosten, insbesondere die Betriebskosten, machen sie ungeeignet für die Abwasserbehandlung in kleinen Anlagen; aus diesem Grund wird der "Markt" der Einheiten für weniger als 1.500 oder 2.000 Einwohnerwerte von den großen Unternehmen, die in der Abwasserbehandlung tätig sind, vernachlässigt.

[0003] Außerdem weisen einige einfache Systeme, die dieser technischen Zielgruppe gerecht werden könnten, verschiedene Nachteile auf. Das Schlammteichverfahren zum Beispiel erfordert größere Flächen in der Größenordnung von 10 bis 12 Quadratmetern pro Einwohner im Fall von städtischen Abwässern; der Flächenbedarf für ein Dorf von 500 Bewohnern beträgt damit rund 1 Hektar. Ansonsten sind diese Systeme äußerst geruchsbelästigend und sollten daher mit einer gewissen Distanz zum Ort installiert werden, was eine zusätzliche Investition im Bereich der Kanalisationen voraussetzt, deren Subventionen sich auf weniger als die Hälfte als für die Anlage selbst belaufen.

[0004] Oft weisen auch Systeme dieser Sorte, die wie das Verfahren, das im vorliegenden Patent beschrieben wird, auf "Filterbetten" basieren, den Hauptnachteil auf, dass sie häufig verstopfen, was eine mechanische Arbeit erfordert sowie den relativ häufigen Austausch der oberflächlichen Schichten.

[0005] Generell beeinträchtigen diese Kläranlagen oft die Landschaft, ob durch die Installation von Betonelementen oder von elektrischen umlaufenden Maschinen oder auch von Sumpfen, die nicht in der natürlichen örtlichen Landschaft heimisch sind.

[0006] Ansonsten müssen die Abwässer oft einer kostspieligen Vorbehandlung unterzogen werden, bevor sie in die Kläranlage eingeleitet werden. Außerdem treten am Ende des Klärprozesses oft Klärschlämme auf, die weiterbehandelt werden müssen, zum Beispiel durch Entwässerung, für die es aber immer weniger Verwendungsmöglichkeiten und Lager-

plätze gibt. Schließlich fordern die Hersteller von Konservengemüse vertraglich, dass die Anbauflächen niemals mit Klärschlämmen belastet wurden. Im Falle einer Verbrennung der Schlämme kommt zusätzlich zu den auftretenden Kosten das Problem der schädlichen Gasemissionen wie z.B. Dioxin.

[0007] Zudem werden die Anlagen durch die Verwendung mechanischer oder elektronischer Regelungsvorrichtungen sehr komplex und ihre Wartungskosten damit sehr hoch. Die Wartung sollte Fachleuten anvertraut werden und ihre Kosten belaufen sich meistens auf 8 % bis 10 % der Investitionskosten, was den Haushalt von kleinen Gemeinden und mittelständischen Unternehmen erheblich belastet. Zahlreiche Gemeinden weigern sich, dass mittelständische Unternehmen an ihre Kläranlagen angeschlossen werden, welche dadurch dazu verpflichtet sind, die oft in geringem Volumen anfallenden Abwässer selber zu reinigen.

[0008] Andererseits mangelt es den anderen Systemen oft an Anpassungsfähigkeit angesichts eventuell auftretender, größerer Volumenvariationen des zu behandelnden Abwassers. Das im folgenden beschriebene System räumt alle diese Nachteile aus dem Weg. Es ist ein natürliches System von kleiner Größe und auf kleine Volumina zugeschnitten, aber auch einfach, anpassungsfähig und mit geringen Wartungskosten zu betreiben. Es verstopft nicht, und da es aerob ist, ist es auch geruchsneutral.

[0009] Dieses System ist eine Kläranlage für landwirtschaftliche, städtische oder industrielle Abwässer, dass die bekannten Methoden der Filter- und Makrophytenböden kombiniert. Es beinhaltet Innovationen in der Kombination der Methoden und der Zusätze, so dass die hier beschriebenen Merkmale mit besonders geringen Investitions- und Wartungskosten erreicht werden können.

II. Das Verfahren

[0010] Die Grundeinheit des Systems, deren Beschreibung sich auf den Zeichnungen 1/3 (Grundriss), 2/3 (Querschnitt) und 3/3 bezieht, besteht aus einem wasserdichten und im Boden liegenden Becken, ungefähr zwei Mal so lang wie breit, dessen Oberfläche komplett mit einer PVC-Folie ausgekleidet ist (**15**), einer senkrechten Wand (**1**), die das Becken in zwei gleiche Teile (**2**) und (**2'**) unterteilt, und die jede Woche abwechselnd benutzt werden. Eine zentrale Sammelleitung (**3**) erlaubt die Evakuierung des gereinigten Wassers. Das Ganze ist mit Granulat gefüllt, durch die die zu reinigende Flüssigkeit senkrecht durchsickert. Eine Bewässerungsvorrichtung (**5**) verteilt die Abwässer auf der ganzen Oberfläche des Beckens.

[0011] Eine Vorrichtung (**6**) aus rhombenförmigen

PVC-Blöcken mit Wabenstruktur, die den Boden auslegt, erfüllt zwei Funktionen. Sie sammelt das senkrecht versickernde Wasser, und versorgt das über ihr liegende Granulat im Austausch mit Sauerstoff. Es ist die Form der Wabenstruktur, bekanntes und übrigens patentiertes Hilfsmittel, die diese beiden Funktionen erfüllt. Das Wasser zirkuliert in den Becken entsprechend den Pfeilen (F), die im halben Becken (2) für den senkrechten Verlauf in der Zeichnung 2/3 und für den horizontalen Verlauf in der Zeichnung 1/3 markiert sind.

[0012] Die Luft zirkuliert gemäß den grauen Pfeilen (F'), die in den Ansichten 1/3 und 2/3 im halben Becken (2') eingezeichnet sind; dieser Verlauf wird durch zwei senkrechte Belüftungsschächte (7) und horizontale Absaugkanäle (7') gewährleistet, die im Granulat installiert sind (Querschnitt A). Auf dieser Weise gibt es also zwei entgegengesetzte Luft- und Wasserkreisläufe (8). Der Luftkreislauf unter der gesamten Oberfläche des Beckens versorgt die Granulatmasse mit Sauerstoff und gewährleistet so das Leben der aeroben Bakterien, die die Reinigung vollziehen. Im Gegensatz zu den Sumpfsystemen ist keine Methanerzeugung in den unteren Schichten möglich, da der künstlich erzeugte Boden weder hydro-morph noch anaerob ist.

[0013] Die zu reinigenden Abwässer werden zuerst durch einen Rechenreiniger (11) geleitet, der eventuelle Objekte und größeres Material (Flaschen, Kunststoffteile, Steine) zurückhält, und dann in einem Auffangbecken (12) gesammelt. Eine Druckpumpe (16), die über einen Schwimmer (16') reguliert wird, verteilt die Abwässer in Schüben von einigen Kubikmetern durch die Bewässerungsvorrichtung (5) auf der ganzen Oberfläche des aktiven halben Beckens (Becken (2) auf der Zeichnung 1/3). Die Zufuhr in Form von Schüben erzeugt eine Wasserwoge (13) auf der ganzen Oberfläche des aktiven halben Beckens. Ein manueller Drei-Wege-Schieber (14) leitet die Abwässer abwechselnd auf einen der halben Becken (2) und (2').

[0014] Die Sickerböden bestehen aus Sand und Kies mit von oben nach unten zunehmender Größe entsprechend der Versickerungsrichtung. Die Art des Granulats (Größe von 0–2 bis 16–32 mm), ihre chemische Zusammensetzung, sowie die Dicke der aufeinander folgenden Schichten und der Größengradient wird abhängig von der Art des zu behandelnden Abwassers gewählt.

[0015] Zum Beispiel (A) für Straßenabwasser, das einen geringen chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) aufweist aber reich an Ammoniak ist, wird die Mächtigkeit der Sandschicht (17) groß gewählt sowie die Größe der darunter liegenden Granulate klein und aus kalkhaltigem Material. Die gesamte Behandlung erfolgt durch eine einzige Schicht (siehe Zeichnung

3/3).

[0016] Der auf der Oberfläche verteilte Sand (17, Zeichnung 3/3) weist eine Körnung von 0 bis 2 mm Durchmesser auf; er ist silikatreich, staubfrei und vorher gewaschen, um Verstopfung und Verklumpung zu vermeiden. Das am tiefsten liegende Granulat (18) ist kalkhaltig, um den pH-Wert in den alkalischen Bereich zu bringen und die Nitrifizierung zu erleichtern.

[0017] Gegebenenfalls kann man, je nach Bedarf, das Abwasser durch zwei hintereinander geschaltete Becken leiten. In diesem Fall ist die mittlere Korngrößenverteilung selbstverständlich im ersten Becken höher als im zweiten.

[0018] Zum Beispiel (B) für Stadtabwasser, das einen CSB vom Typ Hotel aufweist, oder im Falle von qualitativen Ausgangsmerkmalen, die höher liegen als das Übliche, wird die Behandlung durch zwei aufeinander liegenden Schichten erfolgen, die erste Schicht enthält keinen Sand auf der Oberfläche, sondern Granulate der Größe 2–6 oder 3–8 (18), um den CSB zu regulieren ohne zu viele Schwebstoffe zurückzuhalten: die zweite Schicht, die so genannte „Endreinigung“, weist dagegen eine mächtigere Sandschicht und einen kleineren Gradienten der darunter liegenden Korngrößenverteilung auf (siehe Zeichnung 3/3).

[0019] Die Oberfläche des Beckens wird mit Schilf der Art *Phragmites australis* (9) bepflanzt, was gleichzeitig folgende Effekte hat (Zeichnung 3/3):

- den Effekt der Schlammentwässerung durch Evapotranspiration,
- den Effekt der Ausflockung der gelösten organischen Stoffe,
- den mechanische Effekt der Abflussreinigung durch die Rhizome (10).
- den Effekt der Sauerstoffversorgung der Mikroflora in dem Massiv.

[0020] Dieses Schilf (9) gewährleistet die Sauerstoffversorgung des Abwassers auf der Oberfläche und unter der Woge (13); dieser Sauerstoffeintrag wird durch die abwechselnde Trockenlegung der zwei halben Becken 2 und 2' ergänzt.

[0021] Die in Schüben arbeitende Druckpumpe (16) erlaubt es, die ganze Oberfläche des Beckens gleichzeitig zu benutzen, also die für die Behandlung eines gegebenen Volumens erforderliche Oberfläche zu reduzieren, sowie das Wachsen des Schilfs homogen und isotrop zu machen, was das Wachsen von Adventivpflanzen erheblich reduziert.

[0022] Die Bewässerung in Schüben durch die Pumpe (16) und mit Hilfe des Bewässerungsvorrichtung mit einer guten Verteilung des Abwassers vermeidet die in ähnlichen Anlagen häufige Bildung von

Rillen und Kanälen, die gewissen Mengen von Abwässern erlaubt, ohne Behandlung abfließen zu können; das System gewährleistet eine homogene Reinigung.

[0023] Die Bakterientätigkeit und damit das Reinigungsvermögen des Versickerungsmilieus ist vom Wassergehalt des Milieus abhängig; ein zu trockener oder hydromorpher Boden ist den Bakterien nicht zuträglich; allein eine mittlere Hydratation ist geeignet. Dieses wird durch die abwechselnde Trockenlegung der zwei halben Becken (2) und (2') ermöglicht.

[0024] Im Gegensatz zu den anderen Systemen, die richtige Schlämme erzeugen, die häufig entfernt und behandelt werden müssen, erzeugt das beschriebene System keinen Schlamm, sondern einen echten "Boden". Ein großer Teil der organischen Stoffe wird in situ biologisch abgebaut, der unlösliche Teil, der auf der Oberfläche zurückbleibt, wird durch das Schilf (9) durch Evapotranspiration entwässert, in Humus umgesetzt und zum Teil wie in einem natürlichen Boden mineralisiert. Der unvermeidbare organische und mineralische Rückstand, der auf der Oberfläche zurückbleibt, muss im Schnitt nur alle 4 bis 6 Jahren entfernt werden. Ansonsten besitzt dieser Rückstand ausgezeichnete Qualitäten als Bodenverbesserungsmittel und er kann leicht mit einem Bagger und einem Anhänger entfernt werden, da er wenig Feuchtigkeit enthält.

[0025] Aus sanitärer Sicht ermöglicht die Adsorptionsfähigkeit der Viren durch die Granulate verbunden mit deren Inaktivierung während der Trockenlegungsphase und ihrer Auswaschung bei erneuter Bewässerung eine partielle Dekontamination des Abwassers.

[0026] Die Kombination der Benutzung des Schilfs (9) und ihrer Rhizome (10) oder jedem anderen adäquaten Gewächs, der alternative Betrieb der zwei halben Becken 2 und 2' sowie die Auswahl der Granulate entsprechend den Besonderheiten des zu behandelnden Abwassers verhindert die Verstopfung, die der Hauptfehler der verwendeten Behandlungssysteme dieser Kategorie ist, und es benötigt nur ungefähr einen Quadratmeter pro Einwohnerwert.

[0027] Die Verwendung des Schilfs hat auch den Vorteil, dass sich keine „Pergamentoberfläche“ bilden kann, ein häufiges Phänomen bei der Behandlung von Papierabwässern, die Zellulose enthalten.

[0028] Im Gegensatz zu anderen Verfahren kann die Betriebsaufsicht der beschriebenen Kläreinheit vom bereits vor Ort tätigen Personal der Stadtverwaltung oder des Unternehmens gewährleistet werden. Keine technische Handhabung erfordert eine einführende Schulung; es handelt sich dabei um die Reinigung des Rechenreinigers, den wöchentliche Wech-

sel der halben Becken sowie die Instandhaltung der Umgebung. Die Betriebskosten betreffen ausschließlich die Stromversorgung der Pumpe. Die alle vier bis sechs Jahre fälligen, größeren Wartungsarbeiten können von einem örtlichen Bauunternehmen oder einem Landwirt ausgeführt werden, der über einen Bagger verfügt. Die Beckenreinigung ist in weniger als einem Tag gemacht und beschränkt sich auf ein halbes Becken, wodurch der Klärbetrieb nicht unterbrochen werden muss.

Bezugszeichenliste

1	Senkrechte Wand
2	Halbes Becken
2'	Halbes Becken
3	Zentrale Sammelleitung
4	Granulat
5	Bewässerungsvorrichtung
6	Vorrichtung aus rhombenförmigen PVC-Blöcken mit Wabenstruktur
7	Belüftungsschächte
7'	horizontale Absaugkanäle
8	Entgegengesetzte Luft- und Wasserkreisläufe
9	Bepflanzung mit Schilf der Art <i>Phragmites australis</i>
10	Rhizome des Schilfs
11	Rechenreiniger
12	Auffangbecken
13	Wasserwoge/Wasserschub
14	Manueller Drei-Wege-Schieber
15	PVC-Auskleidung des Beckens
16	In Schüben arbeitende Druckpumpe
16'	Schwimmer
17	Sandschicht
18	Granulat

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von städtischen, landwirtschaftlichen und/oder industriellen Abwässern durch Kombination

- einer senkrechten Versickerung der Abwässer durch Sand- und Kieselsschichten,
- einer kontinuierlichen Luftzirkulation im unteren Bereich, die den aeroben Charakter des Verfahrens kontinuierlich gewährleistet,
- und einer Bepflanzung im oberen Bereich mit Wasserpflanzen, vor allem mit der Art *Phragmites australis*.

2. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1, das durch die Tatsache charakterisiert wird, dass die Luftzirkulation im unteren Bereich die ganze Fläche des Beckens in Anspruch nimmt und durch zwei senkrechte Belüftungsschächte gewährleistet wird, die jeweils zu einem horizontalen Absaugkanal führen.

3. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1, das durch den Gebrauch von allen anderen Pflanzen cha-

akterisiert wird, deren Merkmale mit denen von *Phragmites australis* übereinstimmen: die Absorption des Wassers durch die Wurzeln und Ausscheidung dieses Wassers durch Evapotranspiration, die Ausscheidungen der Wurzeln, welche die Ausflockung der organischen Stoffe unterstützt, die mechanischen Bewegungen des Rhizoms, der Sauerstofftransport von den Blättern zu den Wurzeln, usw.

4. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1, das durch die Tatsache charakterisiert wird, dass das Becken, die Grundeinheit, aus zwei halben Becken besteht, die auf der ganzen Fläche bewässert und abwechselnd benutzt werden, um eine ständige Hydratation und eine optimale Belüftung des Bodens für die Aktivität der Bakterien zu gewährleisten.

5. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1, das durch die Tatsache charakterisiert wird, dass das Granulat, durch das das Abwasser sickert, eine zunehmende Größe von 0–2 mm oben bis 16–32 mm unten aufweist, deren Zusammensetzung und Größe veränderbar je nach zu behandelndem Abwasser und geforderten Merkmalen des Auswurfs ist.

6. Verfahren, gemäß den Patentansprüchen 1–2–3–4–5, das durch die Tatsache charakterisiert wird, dass die neue Kombination auf Grund ihrer Effizienz nur einen Quadratmeter Nutzfläche pro Einwohnerwert benötigt, um normales Stadtabwasser zu reinigen.

7. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1 und 4, das dadurch charakterisiert wird, dass eine momentane Stilllegung der Anlage aus Wartungs- oder Unfallgründen durch die abwechselnde Inbetriebnahme der halben Becken vermieden wird.

8. Verfahren, gemäß Patentanspruch 1 und 3, das durch die Tatsache charakterisiert wird, dass das Abwasser in Schüben durch eine Bewässerungsvorrichtung auf der ganzen Fläche des Beckens verteilt wird, das in Betrieb ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1/3

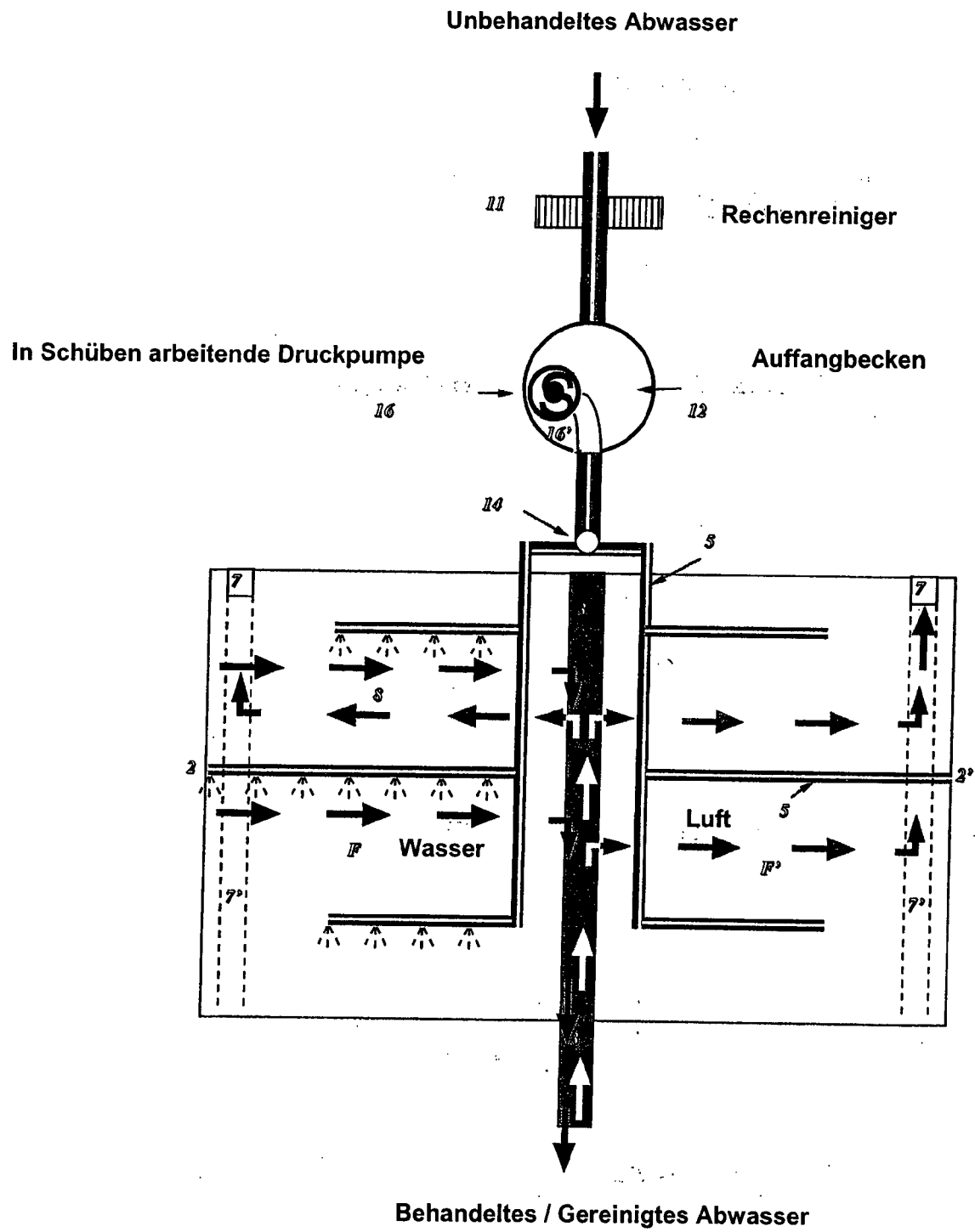


Fig. 2/3

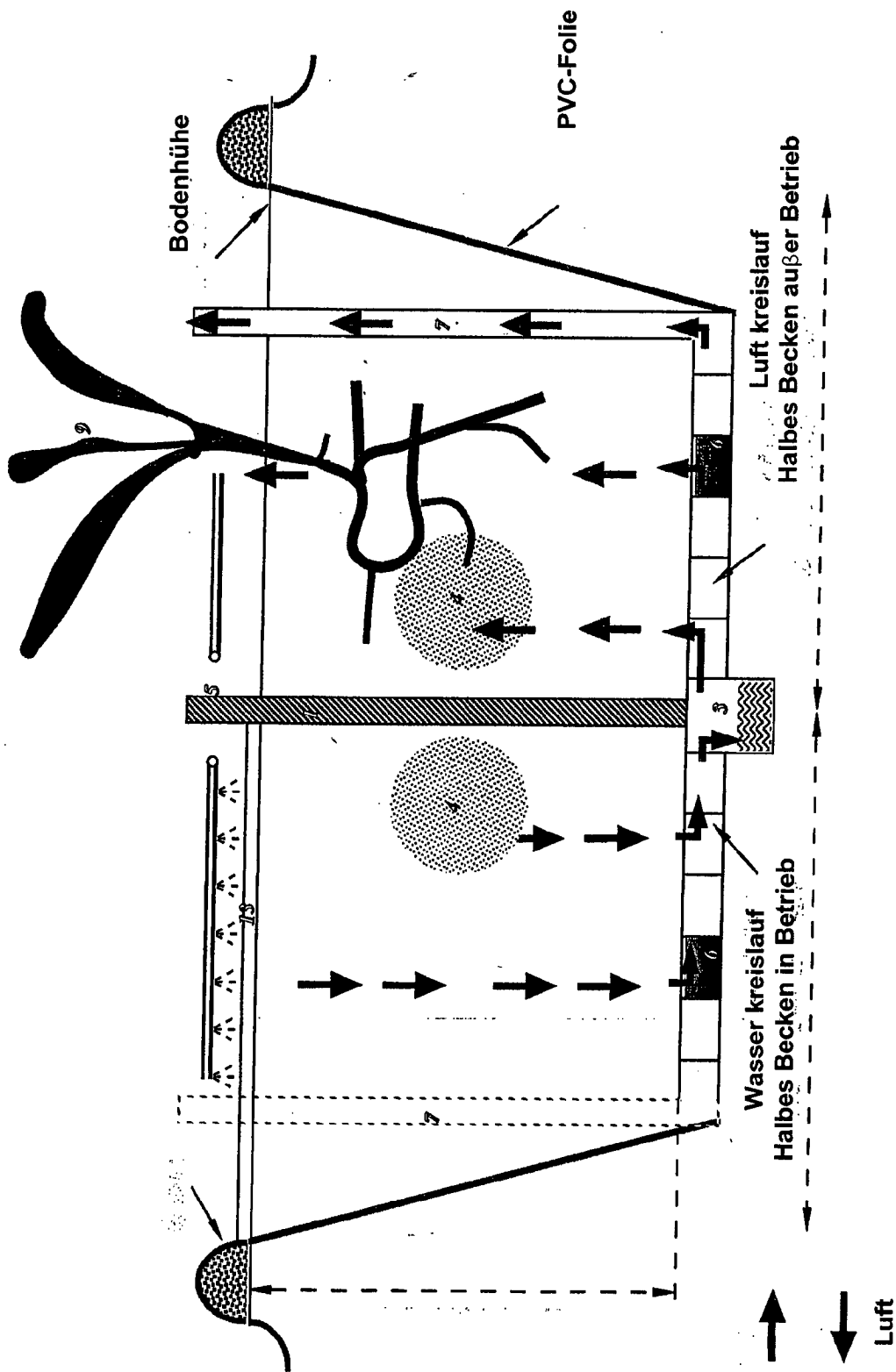


Fig. 3/3

