



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 17 360 T2 2005.12.22**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 146 955 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 17 360.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA00/01354**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 975 724.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/036075**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.11.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **25.05.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.01.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **B01D 65/02**

**B01D 65/06, B01D 63/02, B01D 63/04,
C02F 3/06**

(30) Unionspriorität:

2290053 18.11.1999 CA

PCT/CA99/01113 18.11.1999 WO

505718 17.02.2000 US

2308230 05.05.2000 CA

565032 05.05.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL**

(72) Erfinder:

**JANSON, Arnold, Burlington, CA; ADAMS,
Nicholas, Hamilton, CA; CADERA, Jason, Guelph,
CA; COTE, Pierre, Dundas, CA; PEDERSEN,
Kristian, Steven, Burlington, CA**

(73) Patentinhaber:

Zenon Environmental Inc., Oakville, Ontario, CA

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(54) Bezeichnung: **ÜBERLAUFVERFAHREN UND GETAUCHTES MEMBRANFILTRATIONSSYSTEM ZU DESSEN DURCHFÜHRUNG**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf ein Filtrationssystem, das eingetauchte ansaug-getriebene Filtermembranen zur Filterung von Wasser verwendet, um z. B. Oberflächenwasser zu filtern, um Trinkwasser zu erzeugen, und auf ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Systems.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Ein eingetauchtes Membranwasserfiltrationssystem des Stands der Technik ist in [Fig. 1](#) gezeigt. Ein offener Tank (a) hält ein Membranmodul (b), das in Tankwasser (c) eingetaucht ist. Zu filterndes Speisewasser fließt üblicherweise kontinuierlich in den Tank. Ein Sog an einer Innenoberfläche der Membranen in dem Membranmodul (b) zieht gefiltertes Permeat durch die Membranwand. Feststoffe werden durch die Membranen zurückgehalten und sammeln sich in dem Tankwasser (c). Ein feststoffreiches Retentat wird kontinuierlich oder periodisch aus dem Tank abgelassen.

[0003] Das Membranmodul (b) wird teilweise durch Rückspülung und Belüftung gereinigt. Beim Rückspülen wird eine Rückspülflüssigkeit (üblicherweise Permeat oder Permeat mit chemischen Zusatzstoff) in die inneren Räume der Membranen gepumpt und fließt in das Tankwasser (c). Bei der Belüftung werden Luftblasen an einer Belüftungsvorrichtung (d) erzeugt, die unter dem Membranmodul (c) angebracht ist. Die Luftblasen halten die Membranen in Bewegung und spülen dieselben und erzeugen eine Luftanhebungswirkung. Die Luftanhebungswirkung bewegt Tankwasser (c) in einem Rezirkulationsmuster (e) nach oben durch das Membranmodul (b) und in ein Fallrohr (f) durch Räume zwischen dem Umfang des Moduls (b) und den Seiten des Tanks (a). Das Tankwasser (c), das in dem Rezirkulationsmuster (e) fließt, reinigt weiter physisch die Membranen und dispergiert feststoffreiches Wasser von Orten nahe an dem Membranmodul (b).

[0004] Das Dokument DE-29620426-U offenbart einen Trennvorgang, der die Filtrierung von Wasser durch eingetauchte horizontal verteilte Hohlfasermodule in einem Tank mit einem internen Wasserrezirkulationsmuster mittels Belüftung und Verteilung eines Speiseflusses von unterhalb der Module und eines periodischen Rückflusses mit Permeat aufweist. Schlamm wird unten an dem Tank abgezogen.

[0005] Das Dokument EP-1034835-A offenbart eine Membranbioreaktorvorrichtung mit einer Zuführleitung, eingetauchten Membranmodulen in einem Tank, einem Permeatrückflusszyklus und einer Belüftungsvorrichtung unterhalb der Module. Ferner befin-

det sich ein Schlammauslass oberhalb der Module, um die Schlammkonzentration in dem Tank einzustellen.

[0006] Das Dokument JP-09220569 offenbart eine Filtriervorrichtung mit einer Zuführleitung, eingetauchten Membranmodulen in einem Tank, einem Lufrückflusszyklus und einer Belüftungsvorrichtung unterhalb der Module. Ein Schlammauslass befindet sich oberhalb der Module.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik zu erzielen. Diese Aufgabe wird durch die Kombination von Merkmalen, Schritten oder beidem, die in den unabhängigen Ansprüchen zu finden sind, erfüllt, wobei die abhängigen Ansprüche weitere vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung offenbaren.

[0008] Bei verschiedenen Aspekten der Erfindung wird ein Filtriersystem mit eingetauchten ansaug-getriebenen Filtermembranen verwendet, um Wasser mit niedrigen Konzentrationen suspendierter Feststoffe zu filtern, um z. B. Oberflächenwasser zu filtern, um Trinkwasser zu erzeugen. Ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Systems wird bereitgestellt.

[0009] Membranmodule sind in einem Tank angeordnet, der offen gegenüber der Atmosphäre ist, und füllen einen Großteil seiner horizontalen Querschnittsfläche. Ein oberer Abschnitt des Tanks umschließt ein Volumen direkt oberhalb der Module. Dieser obere Abschnitt des Tanks ist mit einem Retentatauslass aus dem Tank versehen. Tankwasser, das nicht als Permeat abgezogen wird, fließt durch den Retentatauslass aus dem Tank heraus.

[0010] Permeat wird durch einen Sog an einer Innenoberfläche der Membranen vorzugsweise mit einem Fluss zwischen 10 und 60 L/m²/h, noch bevorzugter zwischen 20 und 40 L/m²/h abgezogen. Speisewasser wird mit einer Rate zu dem Tank zugegeben, die im wesentlichen gleich der Rate ist, mit der Permeat abgezogen wird. So fließt während der Permeation wenig Tankwasser, wenn überhaupt, aus dem Auslass heraus und der Pegel des Tankwassers bleibt oberhalb der Membranen.

[0011] Eine Permeation wird in periodischen Abständen für einen Dekonzentrierschritt angehalten. Während des Dekonzentrierschritts werden die Membranen rückgespült, ein Speisefluss wird von unterhalb der Module bereitgestellt oder beides findet statt. Tankwasser steigt durch die Module auf, der Wasserpegel in dem Tank steigt und Tankwasser mit Feststoffen (wird dann Retentat genannt) fließt aus

dem Retentatauslass heraus, um das Tankwasser zu dekonzentrieren. Eine Belüftung mit spülenden Blasen wird während des Dekonzentrierschritts bereitgestellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung eines Filtersystems des Stands der Technik.

[0013] [Fig. 2](#) ist eine schematische Darstellung eines Filterungsreaktors, der gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hergestellt ist.

[0014] [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht eines Filterungsreaktors, der gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hergestellt ist.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0015] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) sind drei Membranmodule **10** in einem Tank **12** aufeinandergestapelt. Der Tank **12** ist gegenüber der Atmosphäre offen, obwohl derselbe auch mit einem belüfteten Deckel **13** abgedeckt sein kann. Die Membranmodule **10** können Flachlagen- oder Hohlfasermembranen mit Porengrößen in dem Mikrofiltrations- oder Ultrafiltrationsbereich, vorzugsweise zwischen 0,003 und 10 Mikrometern und noch bevorzugter zwischen 0,01 und 1,0 Mikrometern, enthalten. Eine Innenoberfläche der Membranen ist mit einem oder mehreren Kopfelementen verbunden. Eine Belüftungsvorrichtung **14** ist unterhalb der Membranmodule **10** angebracht. Die Belüftungsvorrichtung **14** ist mit einem Luftzufuhrrohr **14** verbunden, das wiederum mit einem Vorrat an Luft, Stickstoff oder einem anderen geeigneten Gas verbunden ist. Die Membranmodule **10** umfassen innerhalb ihrer horizontalen Querschnittsfläche Kanäle, damit Wasser und Luftblasen vertikal durch die Membranmodule **10** fließen können, um die Membranen in Bewegung zu halten oder zu spülen. Wenn die Membranmodule **10** aufeinandergestapelt sind, sind sie derart ausgerichtet, dass Wasser vertikal durch den Stapel fließen kann.

[0016] Vorzugsweise enthalten die Membranmodule **10** Hohlfasermembranen, die horizontal ausgerichtet sind und in einem leicht gelockerten Zustand zwischen Paaren horizontal beabstandeter, sich vertikal erstreckender Kopfelemente angebracht sind. Ein Beispiel ist aus mehreren Elementen gebildet, die Seite an Seite platziert sind, wobei jedes Element eine große Anzahl von Fasern mit einem Außendurchmesser zwischen 0,2 und 1,0 mm und einer Länge zwischen 0,2 und 1,0 m aufweist (die kürzere Länge wird für Fasern mit kleinerem Durchmesser verwendet und die längere Länge für Fasern mit größerem Durchmesser), die an beiden Enden in einem Kopfelement eingegossen sind, wobei Permeat nur

aus einem Kopfelement abgezogen wird. Die Elemente können durch undurchlässige vertikale Platten getrennt sein. Derartige Module können eine Membranoberflächenfläche von 500 bis 1.500 m² für jeden m² horizontaler Querschnittsfläche eines großen Gemeinde- oder eines kommerziellen Tanks liefern und es gibt nur eine minimale Kanalbildung oder Totzonen, wenn Tankwasser durch die Module fließt.

[0017] Die Membranmodule **10** sind dimensioniert und positioniert, um einen Großteil der horizontalen Querschnittsfläche des Tanks **12** zu füllen, wobei nur Raum für notwendige Halterungen oder andere Vorrichtungen und Wartungs- oder Aufbauverfahren gelassen wird. Raum für Fallrohre außerhalb des Umfangs der Module **10** ist nicht vorgesehen und Ablenkplatten sind vorgesehen, falls dies nötig ist, um einen Fluss durch einen Raum, der für Halterungen, usw. hinterbleibt oder anderweitig außerhalb des Umfangs der Membranmodule **10** ist, zu blockieren. Vorzugsweise sind mehr als 90 %, noch bevorzugter im wesentlichen die gesamte horizontale Querschnittsfläche des Tanks **12** mit Membranmodulen **10** gefüllt.

[0018] Ein Permeatrohr **18** verbindet die Kopfelemente der Membranmodule **10** mit einer Einrichtung zur Durchdringung durch einen Sog an den Innenoberflächen der Membranen und einer Rückspüleinrichtung. Derartige Vorrichtungen sind in der Technik bekannt und ermöglichen es, dass das Permeatrohr **18** verwendet werden kann, um entweder Permeat aus dem Tank **12** abzuziehen oder eine Rückspülflüssigkeit (üblicherweise Permeat oder Permeat gemischt mit einer chemischen Substanz) in einer rückgerichteten Richtung durch die Membranen und in den Tank **12** fließen zu lassen, in dem die Rückspülflüssigkeit Teil des Tankwassers **36** wird.

[0019] Ein oberer Abschnitt **20** des Tanks **12** ist mit einem Retentatauslass **22** versehen, der einen Überlaufbereich **24** aufweist, der mit einem Ablassrohr **26** verbunden ist, um Retentat aus dem Tank **12** zu entfernen. Der Retentatauslass **22** beinhaltet vorzugsweise einen Überlauf oder ein Wehr **28**, der/das dabei hilft, dass durch Belüftung erzeugter Schaum in den Überlaufbereich **24** fließt (andernfalls ein Problem für Sauberkeit, Sicherheit oder Abgabe flüchtiger chemischer Substanzen). Der Retentatauslass **22** weist vorzugsweise außerdem eine ausreichende Kapazität auf, um erwartete Retentatflüsse schnell abzugeben, um den erforderlichen Freibord des Tanks **12** zu reduzieren.

[0020] Speisewasser gelangt durch einen ersten Einlass **30** oder einen zweiten Einlass **32**, wie durch Zufuhrventile **34** bestimmt wird, in den Tank **12**. Sobald das Speisewasser in dem Tank **12** ist, kann es Tankwasser **36** genannt werden, das im allgemeinen nach oben oder nach unten durch die Membranmo-

dule **10** fließt.

[0021] Ein Filtrierzyklus weist einen Permeationsschritt, gefolgt durch einen Dekonzentrierschritt, auf und wird viele Male zwischen intensiveren Wartungs- oder Rückgewinnungsreinigungsprozeduren wiederholt. Der Permeationsschritt dauert üblicherweise etwa 15 bis 60 Minuten, vorzugsweise 20 bis 40 Minuten und wird ohne Belüftung ausgeführt. Ein Permeatfluss liegt vorzugsweise zwischen 10 und 60 L/m²/h, noch bevorzugter zwischen 20 und 40 L/m²/h, wobei die Oberflächenfläche der Hohlfasermembranen auf dem Außendurchmesser der Membranen basiert.

[0022] Während einer Permeation wird Speisewasser aus einem der Einlässe **30**, **32** mit im wesentlichen der Rate, mit der Permeat entzogen wird, zu dem Tank **12** zugegeben. Tankwasser **36** fließt durch die Membranmodule **10**, um im allgemeinen Permeat zu ersetzen, wenn dasselbe aus dem Tank **12** abgezogen wird. So fließt während der Permeation wenig Tankwasser **36**, wenn überhaupt, aus dem Retentatauslass **22** heraus und der Pegel des Tankwassers **36** bleibt oberhalb der Membranen. Wenn das Membranmodul **10** zu einem gewissen Maß als Medienfilter wirkt (wie einige Membranmodule **10** dichtgepackter, horizontal ausgerichteter Hohlfasermembranen), gelangt eine Zufuhr vorzugsweise durch den zweiten Einlass **32** in den Tank **12**. Auf diese Weise werden Feststoffe bei bestimmtem Speisewasser vorzugsweise in dem oberen Membranmodul **10**, näher an dem Retentatauslass **22**, abgelagert, und dort, wo die Aufwärtsgeschwindigkeit des Tankwassers **36** während eines Dekonzentrationsschritts am größten ist, wie unten erläutert wird. Dieser Aufbau ist auch nützlich beim Nachrüsten von Sandfiltern, die üblicherweise aufgebaut sind, um eine Zufuhr von der Oberseite aufzunehmen und von unten rückzuspülen. Für andere Membranmodule **10**, Installationen oder Speisewasser kann der erste Einlass **30** während der Permeation verwendet werden.

[0023] Der Dekonzentrierschritt beginnt, wenn die Permeation stoppt, und dauert etwa 20 bis 90 Sekunden, vorzugsweise 30 bis 60 Sekunden. Während des Dekonzentrierschritts werden spülende Blasen an der Belüftungsvorrichtung **14** erzeugt und steigen durch die Membranmodule **10** auf. Zusätzlich werden ein Schritt oder beide Schritte des Rückspülens und des Zuführspülens durchgeführt. Um mit Speisewasser zu spülen, gelangt eine Zufuhr durch den ersten Einlass **30** in den Tank **12**, was ein Übermaß an Tankwasser **36** erzeugt, das nach oben durch die Membranmodule **10** aufsteigt. Die Rate eines Speisewasserflusses während der Zuführspülung beträgt üblicherweise zwischen 0,5 und 2, vorzugsweise zwischen 0,7 und 1,5 mal die Rate eines Speisewasserflusses während der Permeation. Bei entweder der Rückspülung oder der Zuführspülung steigt der Pe-

gel des Tankwassers **36**, Tankwasser **36** fließt nach oben durch die Membranmodule **10** und Tankwasser **36**, das Feststoffe enthält (wird dann Retentat genannt), fließt aus dem Retentatauslass **22** heraus, um das Tankwasser **36** zu dekonzentrieren.

[0024] In einigen Fällen kann die Aufwärtsgeschwindigkeit des Tankwassers **36** Kräfte auf die Membranen erzeugen, die deren Festigkeit überschreiten, insbesondere dann, wenn gleichzeitig ein starkes Zuführspülen und ein Rückspülen durchgeführt werden. In diesen Fällen kann die Flussrate von Speisewasser oder Rückspülflüssigkeit oder von beidem reduziert werden, um die Aufwärtsgeschwindigkeit des Tankwassers **36** zu reduzieren. Alternativ kann der Fluss von Speisewasser während des Rückspülens und eines Zuführspülens, was durchgeführt wird, während nicht rückgespült wird, oder umgekehrt, abgeschaltet werden. Ein Dekonzentrierschritt kann z. B. ein Rückspülen vorzugsweise mit Belüftung, jedoch ohne Zuführspülung für einen ersten Teil des Dekonzentrierschritts beinhalten und ein Zuführspülen vorzugsweise mit Belüftung, jedoch ohne Rückspülung für einen zweiten Teil des Dekonzentrierschritts. Alternativ können Dekonzentrierschritte, die ein Rückspülen vorzugsweise mit Belüftung, jedoch ohne Zuführspülung beinhalten, in einigen Zyklen durchgeführt werden und Dekonzentrierschritte, die ein Zuführspülen vorzugsweise mit Belüftung, jedoch ohne Rückspülung beinhalten, können in anderen Zyklen verwendet werden. Andere Kombinationen der obigen Prozeduren könnten ebenso eingesetzt werden.

[0025] Eine Belüftung wird üblicherweise gleichzeitig mit anderen Schritten durchgeführt, um die Gesamtzeit des Dekonzentrierschritts zu reduzieren. Eine Belüftung kann jedoch mehrere Sekunden (in etwa die Zeit, die erforderlich ist, bis eine Blase von der Belüftungsvorrichtung **14** zu der Oberfläche des Tankwassers **36** aufgestiegen ist) vor einem Rückspülen oder einem Zuführspülen beginnen. Eine derartige Belüftung in Abwesenheit eines Flusses des Tankwassers **36** (da kein Raum für Fallrohre übrig blieb) bewirkt eine Turbulenz, die das Lösen einiger Schmutzstoffe und das Schwimmen einiger Feststoffe nahe der Oberfläche des Tanks **12** unterstützt, bevor Retentat aus dem Retentatauslass **22** herauszufließen beginnt.

[0026] Eine Belüftung während des Dekonzentrierschritts muss keinen Sog überwinden, um Feststoffe aus den Membranen herauszunehmen, und wird mit einer Oberflächengeschwindigkeit (m³/h Luft bei Standardbedingungen pro m² Modulquerschnittsfläche) zwischen 25 m/h und 75 m/h bereitgestellt. Für das meiste, wenn nicht das allermeiste Speisewasser, insbesondere für Speisewasser mit geringer Trübung und Feststoffkonzentrationen von weniger als etwa 500 mg/L, wird keine zusätzliche Belüftung be-

nötigt. Trotzdem kann eine kleinere Menge an Belüftung bei schwierigem Speisewasser während der Permeation bereitgestellt werden, um Feststoffe aus Totzonen in einem Membranmodul **10** zu dispergieren und das Tankwasser **36** zu homogenisieren. Zu diesem Zweck wird eine Belüftung mit einer Oberflächengeschwindigkeit von weniger als 25 m/h oder intermittierend mit höheren Raten, wie oben beschrieben ist, bereitgestellt.

[0027] Während des Dekonzentrierschritts erzeugt in den Tank **12** eingeführtes Speisewasser oder Rückspülflüssigkeit einen Aufwärtsfluss des Tankwassers **36** durch die Module **10**. Das durch die Membranmodule **10** fließende Tankwasser **36** unterstützt eine Entfernung von Feststoffen, die durch die spülenden Blasen von den Membranmodulen **10** gelöst werden, und wirkt außerdem direkt auf die Oberfläche der Membranen. Das Tankwasser **36** fließt nahe der Oberseite des Tanks **12** am schnellsten, was eine Reduzierung einer Vorzugsverschmutzung oberer Membranen, wenn die Membranmodule **10** gestapelt sind, z. B. bis Tiefen von 2 m oder mehr, unterstützt. Einige Feststoffe in dem Tankwasser **36** könnten eine Absinkgeschwindigkeit aufweisen, die größer ist als die Geschwindigkeit der Aufflussgeschwindigkeit, und könnten sich absetzen. Das Volumen dieser Feststoffe ist klein und dieselben könnten von Zeit zu Zeit durch ein teilweises Ablassen des Tanks **12** durch einen ergänzenden Ablass **38** entfernt werden.

[0028] Basierend auf einem Entwurfspereatfluss kann der erforderliche Fluss von Speisewasser während der Permeation berechnet und bereitgestellt werden, indem üblicherweise eine Zuführpumpe oder ein Zuführventil eingestellt wird. Die Häufigkeit und Intensität von Dekonzentrierereignissen werden dann ausgewählt, um einen erwünschten Verlust der Membranpermeabilität mit der Zeit zu erzielen. Die Erfinder haben herausgefunden, dass, wenn der Fluss während der Permeation unter etwa 60 L/m²/h, vorzugsweise unter 40 L/m²/h gehalten wird, überraschend wenig Verschmutzung auftritt und die periodischen Dekonzentrierereignisse üblicherweise ausreichend sind. Es ist noch überraschender, dass die Energiekosteneinsparungen, die durch ein Betreiben mit geringem Fluss und geringer Belüftung erzeugt werden, Kostennachteile eines Füllens des Tanks **12** mit Membranmodulen **10** mehr als ausgleichen. Trotz des geringen Flusses (verglichen mit einem üblichen Fluss von 50 bis 100 L/m²/h) werden hohe Tankgeschwindigkeiten (Permeatfluss in m³/h, geteilt durch die Tankhorizontalquerschnittsfläche in m²) erzielt, die vorzugsweise mit einer Sandfiltrierung vergleichbar sind. Ferner sind resultierende Rückgewinnungsraten selbst mit aggressiver Dekonzentrierung im allgemeinen ausreichend für eine Einzelstufenfiltration und sind üblicherweise ausreichend für die erste Stufe einer Zweistufenfiltration (bei der das Re-

tentat erneut gefiltert wird).

[0029] **Fig. 3** zeigt eine Draufsicht eines größeren Filterungsreaktors. Ein zweiter Tank **200** umschließt mehrere Kassetten **220**, die jeweils eine Mehrzahl von Membranmodulen enthalten können. Offene Kanäle **202** sind zwischen benachbarten Kassetten **220** vorgesehen, um Tankwasser aufzunehmen, das die Kassetten **210** überschwemmt, wie oben beschrieben ist. Die Kanäle **202** sind geneigt, um in Richtung einer größeren Mulde **204** abzulaufen, die wiederum geneigt ist, um in Richtung eines zweiten Auslasses **206** abzulaufen. Der zweite Auslass **206** weist einen Auslasskasten **108** auf, um zeitweilig das abgegebene Tankwasser zu halten, bevor dasselbe in ein Abflussrohr **210** fließt. Wie bei dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 2** gelangt Speisewasser an einem Punkt unterhalb der Kassetten **220** in den zweiten Tank **200**, mehrere zweite Einlässe **212** sind jedoch an einem Einlasskopfelement **214** angebracht, um eine verteilte Zufuhrversorgung bereitzustellen.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Filtern von Wasser, das die Wiederholung eines Filtrierzyklus mit folgenden Schritten aufweist:
 - a) einem Permeationsschritt, bei dem
 - i) Speisewasser in einen Tank gelangt; und
 - ii) ein ähnliches Volumen an Permeat aus dem Tank durch Ansaugen an einer Innenoberfläche eingetauchter Filterungsmembrane, die in Modulen (**10**) angeordnet sind, entnommen wird; und
 - b) einem Dekonzentrierschritt, bei dem
 - iii) spülende Blasen durch die Module aufsteigen; und
 - iv) die Membranen mit Permeat rückgespült werden oder ein Fluss von Speisewasser von unterhalb der Membranen bereitgestellt wird, oder beides, auf eine derartige Weise, dass
 - v) Wasser, das Feststoffe enthält, nach oben durch die Module fließt, um den Tank von einem Punkt oberhalb der Module zu verlassen.
2. Ein Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Module (**10**) einen Großteil der horizontalen Querschnittsfläche des Tanks bedecken.
3. Ein Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem die Module mehr als 90 % der horizontalen Querschnittsfläche des Tanks bedecken.
4. Ein Verfahren gemäß Anspruch 3, bei dem die Module im wesentlichen die gesamte horizontale Querschnittsfläche des Tanks bedecken.
5. Ein Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die spülenden Blasen vor der Rückspülung aufzusteigen beginnen.
6. Ein Verfahren gemäß einem der vorherigen

Ansprüche, bei dem die Filtermembranen horizontal ausgerichtete Hohlfasern sind.

7. Ein Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem Speisewasser während der Permeation von oberhalb der Module bereitgestellt wird.

8. Ein Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei dem Speisewasser während der Dekonzentration von unterhalb der Module in den Tank fließt.

9. Ein Filterungsreaktor mit folgenden Merkmalen:

- a) einem Tank (**12**), der gegenüber der Atmosphäre offen ist;
- b) einem oder mehreren Modulen (**10**) ansauggetriebener Filtermembranen in dem Tank zum Entnehmen eines gefilterten Permeats, wobei die Module mehr als 90 % der horizontalen Querschnittsfläche des Tanks bedecken;
- c) einem Einlass zur Zugabe von Speisewasser in den Tank;
- d) einem Retentat-Auslass (**22**) zum Ablassen von Wasser, das zurückgehaltene Feststoffe enthält, aus dem Tank von oberhalb des einen oder der mehreren Module; und
- e) einer Belüftungsvorrichtung (**14**) unterhalb des einen oder der mehreren Module.

10. Ein Reaktor gemäß Anspruch 9, bei dem der Einlass (**30**) von unterhalb des einen oder der mehreren Module in den Tank gelangt.

11. Ein Reaktor gemäß Anspruch 9 oder 10, bei dem die Module (**10**) im wesentlichen die gesamte horizontale Querschnittsfläche des Tanks bedecken.

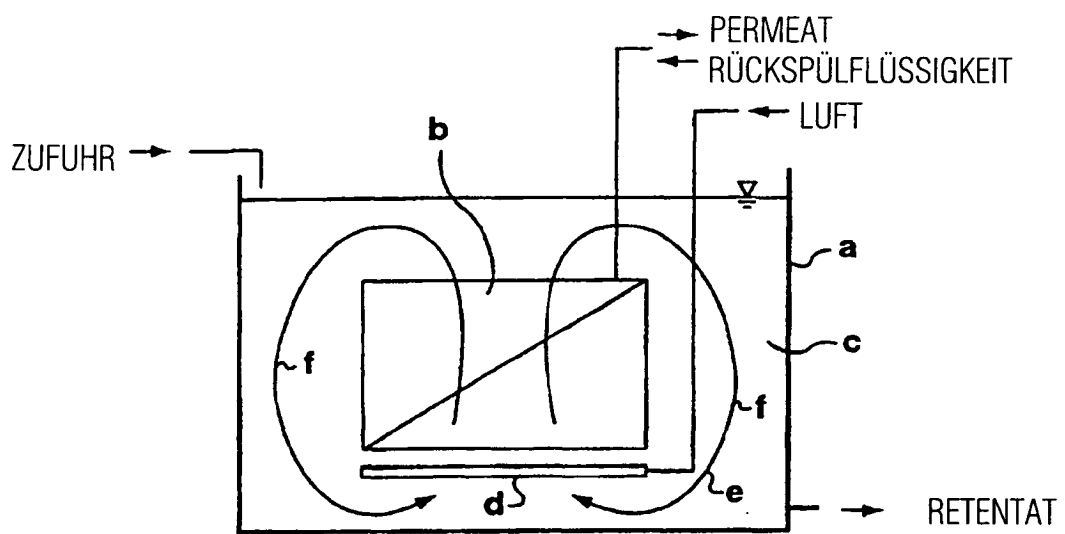
12. Ein Reaktor gemäß einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem der Retentat-Auslass einen Überlauf oder ein Wehr (**24**) beinhaltet.

13. Ein Reaktor gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die Filtermembranen horizontal ausgerichtete Hohlfasern sind.

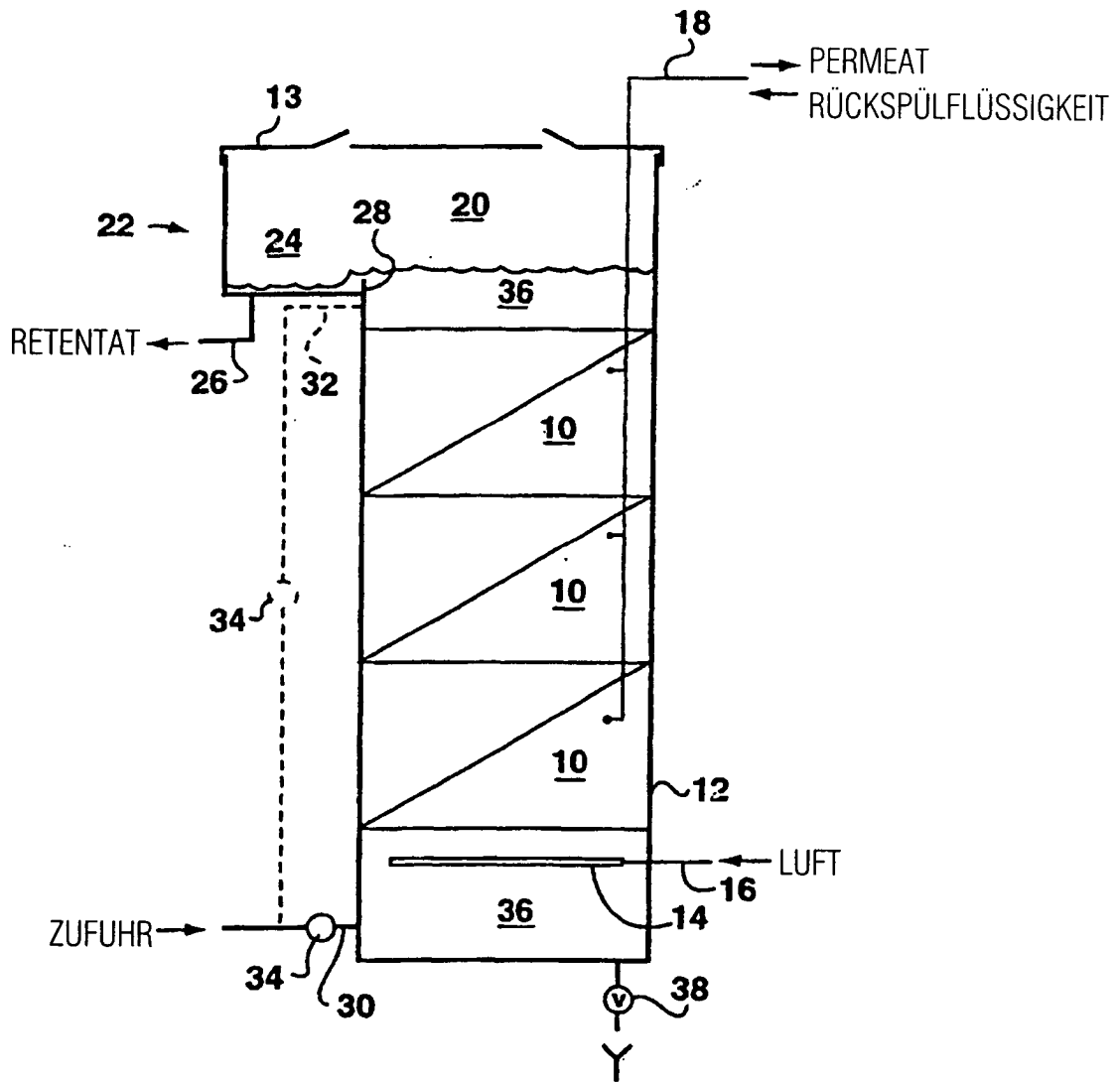
14. Ein Reaktor gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, bei dem das oder jedes Modul intern durch undurchlässige vertikale Platten unterteilt ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

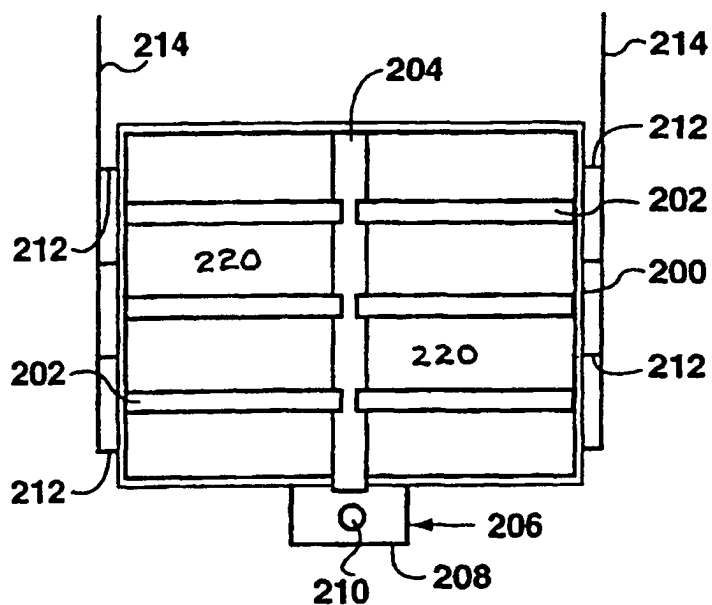
Anhängende Zeichnungen



FIGUR 1
(STAND DER TECHNIK)



FIGUR 2



FIGUR 3