



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

AT 409 623 B

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:

A 756/99

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: C02F 3/20

(22) Anmeldetag:

28.04.1999

(42) Beginn der Patentdauer:

15.02.2002

(45) Ausgabetag:

25.09.2002

(56) Entgegenhaltungen:

DE 2656477B1 DE 3613655A1 DE 8629601U1  
EP 0250316A1

(73) Patentinhaber:

AQUACONSULT ANLAGENBAU GMBH  
A-2500 BADEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

AT 409 623 B

### (54) FLOTATIONSANLAGE

(57) Flotationsanlage mit einer Luftzuführleinrichtung, mit der einem in ein Becken (1) zugeführten Rohwasser Luftblasen zuführbar sind, um ein Aufschwimmen von im Rohwasser suspendierten Flocken mit Hilfe der Luftblasen herbeizuführen, wobei die Luftzuführleinrichtung an sich bekannte, zum Einbau im Bodenbereich vorgesehene Streifen- bzw. Platten-Belüfter (17) mit gelochten Membranen (20) aufweist, wobei die Löcher (22) der Membranen (20) zur Abgabe von Luftblasen mit einem mittleren Durchmesser von 0,1 bis 0,9 mm, vorzugsweise 0,5 mm, bemessen sind.

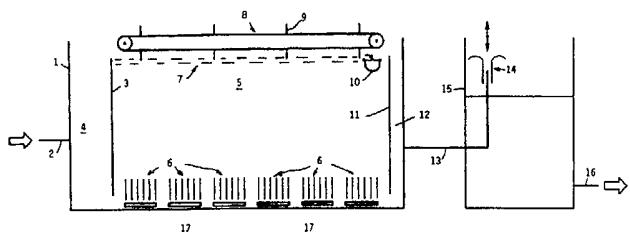


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Flotationsanlage mit einer Luftzuführeinrichtung, mit der einem in ein Becken zugeführten Rohwasser Luftblasen zuführbar sind, um ein Aufschwimmen von im Rohwasser suspendierten Flocken mit Hilfe der Luftblasen herbeizuführen.

Derartige Flotationsanlagen arbeiten insbesondere nach dem Prinzip der Direkt- oder Luftflotation, wobei bekannte Direktflotationsanlagen wenig effektiv sind, da bisher nur relativ große Luftblasen erzeugt und in das Rohwasser abgegeben werden konnten. Der Trend ging daher zur sog. Entspannungsflotation, die heute fast durchwegs eingesetzt wird. Bei der Entspannungsflotation wird zum Lösen der benötigten Luftpumpe die Luft in Wasser angereichert und an einem Entspannungsventil entspannt. In einer benachbarten Mischzone wird der mit Luft gesättigte Teilstrom dann mit Rohwasser gemischt, wobei sich Luftblasen ausbilden. Diese Mischzone ist in der Regel nicht sehr groß, und es kommt dort häufig zur Koaleszenz von Luftblasen. Dadurch ergeben sich wiederum große Luftblasen, die zu einer reduzierten Effizienz der Flotationsanlage führen. Abgesehen davon ist bei dieser Entspannungsflotation von Nachteil, dass der Luftblaseneintrag nur von der Mischzone her erfolgen kann, was ebenfalls den Wirkungsgrad der Anlage beeinträchtigt.

Aus der DE 26 56 477 A ist eine Flotierungsvorrichtung bekannt, bei der eine gasdurchlässige Gewebematte oberhalb einer Bodenvertiefung verwendet wird, um die Belüftung der enthaltenen Flüssigkeit zu erreichen. Derartige Gewebematten können aber nur relativ große Luftblasen ergeben, üblicherweise in der Größenordnung von 5 mm, so dass diese Ausbildung beispielsweise für die Abscheidung von Belebtschlamm in Kläranlagen ungeeignet ist. Außerdem ist auch die Reinigung der Gewebematten relativ aufwendig.

In der EP 250 316 A ist eine Flotierungsvorrichtung beschrieben, bei der mehrere Kammern vorgesehen sind, wobei in einem mittleren Diffusionsabschnitt zur Begasung ein Belüfter, üblicherweise ein keramischer Belüfter, vorgesehen ist, wogegen in den benachbarten eigentlichen Flotationskammern keine eigenen Belüfter angeordnet sind. In der mittleren Kammer muss für die Begasung eine hohe Geschwindigkeit vorgesehen werden, um das Gas bzw. die Luft nach unten und seitwärts zu den eigentlichen Flotationskammern zu zwingen. Dabei sind hohe Druckverluste gegeben und die Effizienz dieser Vorrichtung ist relativ niedrig. Bei dieser Vorrichtung wird auch in erster Linie eine Vermischung der Gas- und Wasserphase angestrebt. Ein Flotationseffekt tritt eher nebenbei auf. Demgemäß werden Sinkstoffe bei dieser Vorrichtung nicht aufwärts zur Oberfläche der Flüssigkeit bewegt, sondern nach dem Absinken am Boden gesammelt.

Aus der DE 86 29 601 U ist eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Schlammwasser, insbesondere zum Abscheiden von Lackschlamm bekannt, wobei zur Begasung eine poröse, nicht elastische Feststoffplatte an der Eingangsseite eines Druckluftbehälters eingesetzt wird. Dabei ist zur Begasung ein hoher Druck erforderlich; nichtsdestoweniger ist bei derartigen porösen Begasungsplatten die Gefahr einer Verstopfung groß.

Aus der DE 36 13 665 A ist schließlich ein Leichtflüssigkeitsabscheider mit einer Reaktionskammer bekannt, in der Zuführleitungen für die Zufuhr von Luftblasen in die Flüssigkeit angebracht sind. Die Zugabe erfolgt hier in erster Linie zum Austreiben von in der Flüssigkeit enthaltenen Detergentien, jedoch ist der bekannte Abscheider nicht geeignet, Sinkstoffe, also Stoffe mit einer Dichte größer als jene der Flüssigkeit, einer Abscheidung zuzuführen. Bei solchen Sinkstoffen muss der natürliche Sinkvorgang in eine Aufwärtsbewegung umgewandelt werden, wofür bisher, wie bereits vorstehend erwähnt, üblicherweise die sogenannte Entspannungsflotation eingesetzt wird.

Es ist nun Ziel der Erfindung, hier Abhilfe zu schaffen und eine Flotationsanlage der vorstehend angegebenen Art vorzusehen, bei der mit einfachen Mitteln eine verbesserte Wirkung bei der Flotation erzielt wird. Insbesondere wird dabei ein besserer Luftblaseneintrag in das Rohwasser angestrebt, wobei auch die Koaleszenz von Luftblasen zumindest weitestgehend vermieden werden soll.

Die erfindungsgemäße Flotationsanlage der eingangs angeführten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass die Luftzuführeinrichtung an sich bekannte, zum Einbau im Bodenbereich vorgesehene Streifen- bzw. Platten-Belüfter mit gelochten Membranen aufweist, wobei die Löcher der Membranen zur Abgabe von Luftblasen mit einem mittleren Durchmesser von 0,1 bis 0,9 mm, vorzugsweise 0,5 mm, bemessen sind. Bei der vorliegenden Flotationsanlage wird somit auf an sich bekannte Mittel zum Einbringen der Luftblasen in das Rohwasser zurückgegriffen, nämlich auf die sog. Streifen- bzw. Platten-Belüfter, bei denen oberhalb einer Platte eine flexible Membran

gespannt ist, die mit einer entsprechenden Anzahl von Löchern zum Durchlassen von Luft unter Blasenbildung versehen ist. Derartige Belüfter werden in Belüftungsbecken eingesetzt, wobei dort im Vergleich zu Flotationsanlagen allerdings andere spezifische Luftbelastungen gegeben sind. Insbesondere ist dort zwar beispielsweise eine um einen Faktor 100 oder mehr größere spezifische

5 Luftbelastung als bei Flotationsanlagen gegeben, jedoch werden für die Belüftungszwecke auch größere Luftblasen abgegeben: in der Regel beträgt der typische Durchmesser der Luftblasen bei diesen herkömmlichen Belüftern einige mm, z.B. 2 bis 3 mm. Im Fall von Flotationsanlagen sollen jedoch die Luftblasen nach Möglichkeit nur im Bereich von einigen Zehntel mm groß sein, beispielsweise eine mittlere Größe (d.h. einen mittleren Durchmesser) von 0,5 mm haben.

10 Mit derartigen Belüftern, mit entsprechender Luftblasengröße und einer entsprechenden Anzahl von Öffnungen oder Löchern in den Membranen, können im Vergleich zu herkömmlichen Luft- und Entspannungsflotationen wesentlich verbesserte Resultate erzielt werden. Die Membranen erlauben dabei durch die angepasste Auswahl von Größe und Anzahl der Löcher einen weiten Regelbereich für den Luftblaseneintrag, je nach spezieller Anwendung der Flotationsanlage, wobei 15 spezifische Luftbelastungen von beispielsweise 0,1 bis 5 Nm<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> möglich sind. Mit einer derartigen spezifischen Luftbelastung kann die Flotationsanlage mit Parametern entsprechend jenen, wie sie üblicherweise bei Entspannungsflotationen gegeben sind, betrieben werden; insbesondere kann die Aufstiegsgeschwindigkeit im Flotationsraum beispielsweise 2 bis 10 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> betragen und das Luft/Schwebstoffverhältnis kann im Bereich von 0,01 bis 0,05 Nm<sup>3</sup>/kgTS (TS-Trockensubstanz) 20 liegen. Der Schwebstoffgehalt (TS) im Rohwasser kann beispielsweise 100 bis 20 000 mg/l betragen.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes der angesprochenen Membran-Belüfter in der Flotationsanlage ist, dass bei der gegebenen spezifischen Luftbelastung auch eine Koaleszenz von Luftblasen vermieden werden kann. Hierzu trägt auch bei, dass das Einbringen von Luft über den gesamten 25 Flotationsraum verteilt erfolgen kann, was überdies den Wirkungsgrad beim Aufschwimmen der in der Flüssigkeit verteilten Teilchen und das Anreichern dieser Teilchen an der Flüssigkeitsoberfläche, in der Flotat-Schicht, begünstigt. An sich ist es, wenn es die Betriebsparameter erlauben, durchaus denkbar, den Flotationsraum nur teilweise mit den genannten Membran-Belüftern zu belegen. Für eine besonders effiziente Flotation ist es jedoch günstig, wenn im Wesentlichen der 30 gesamte Boden der Flotationsanlage mit Belüftern ausgerüstet ist.

Um die feinen Luftblasen, vorzugsweise mit einem mittleren Durchmesser von 0,5 mm, allgemein 0,1 bis 0,9 mm, zu erzeugen, ist die Membran entsprechend klein zu lochen, und hiefür hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Membranen durch Mikronadelung gelocht sind.

Um die für die Flotation erforderliche günstige spezifische Luftbelastung im vorstehend angegebenen Bereich zu erreichen, ist es weiters bei Vorsehen von entsprechend kleinen Löchern von Vorteil, wenn die Anzahl der Löcher 10 bis 100 pro cm<sup>2</sup> Membranfläche beträgt.

Die erfindungsgemäß verwendeten Membran-Belüfter sind einfach und kostengünstig in der Herstellung, in der Montage sowie auch im Betrieb, und sie können im Prinzip einen Aufbau wie aus dem Stand der Technik bekannt aufweisen. In diesem Zusammenhang ist beispielsweise auf 40 die WO 95/35156 A, aber auch auf die DE 34 41 731 A oder DE 42 40 300 A zu verweisen.

Die Membranen können einfach aus Kunststoff, wie einem Polykondensat oder einem Polyadditionsprodukt, bestehen. Vorzugsweise kann die Membran aus Polyurethan, EPDM, Silikon, Viton, Polyethylen-Trifluorid oder Polycarbonat bestehen. Selbstverständlich sind auch andere Kunststoffmaterialien denkbar, soweit sie die entsprechende Festigkeit besitzen und mit Mikronadeln 45 perforierbar sind. Bei diesem Durchstechen werden bevorzugt Mikronadeln mit einem Durchmesser von 0,1 bis 1 mm verwendet, wobei die gebildeten Löcher im drucklosen Zustand der Membran praktisch geschlossen sind und sich erst bei einem Überdruck, z.B. von 30 bis 80 mbar auf der einen Seite (wo die Luft zugeführt wird) öffnen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die 50 Zeichnung noch weiter erläutert. Es zeigen: Fig. 1 schematisch eine Flotationsanlage in einem Vertikalschnitt; Fig. 2 eine etwas modifizierte Flotationsanlage in einer schematischen Draufsicht; Fig. 3 einen schematischen Querschnitt durch diese Flotationsanlage gemäß der Linie III-III in Fig. 2; und Fig. 4 einen schematischen Querschnitt durch einen bei einer solchen Flotationsanlage 55 gemäß Fig. 1 bis 3 verwendeten Platten- oder Streifen-Belüfter.

In Fig. 1 ist schematisch ein Becken 1 dargestellt, dem über einen Zulauf 2 aus einem vorge-

ordneten Becken, insbesondere einem Flockungsbecken (nicht gezeigt), Rohwasser zugeführt wird. Dieses Rohwasser gelangt dabei als erstes in einen durch eine Trennwand 3 vom übrigen Becken 1 abgetrennten Bereich 4, von dem es in den eigentlichen Flotationsbereich 5 durch Einströmen unterhalb der Trennwand 3 gelangt. Dabei wird sichergestellt, dass das Rohwasser im Bodenbereich zugeführt wird, von wo das Aufsteigen der in ihm vorhandenen Flocken mit Hilfe von Luft unterstützt wird. Im Einzelnen bringen im Bodenbereich des Beckens 1 zugeführte Luftblasen, die schematisch in Fig. 1 bei 6 durch vertikale Striche angedeutet sind, die Flocken im Rohwasser (die beispielsweise im Flockungsbecken davor im Rohwasser ausgebildet wurden) zum Aufschwimmen, um in der oberen Zone des Beckens 1 eine Flotat-Schicht 7 zu bilden, die in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Dieses Flotat 7 wird dann zyklisch oder kontinuierlich entfernt, wozu beispielsweise eine in der Art einer Fördereinrichtung wirkende Räumvorrichtung 8 vorgesehen sein kann, die das Flotat mit Hilfe von Schaufeln 9 in eine Schlammrinne 10 fördert. Aus dieser Rinne 10 wird der Schlamm sodann auf nicht näher veranschaulichte, herkömmliche Weise entfernt.

An der in Fig. 1 rechten Seite des Beckens 1 ist eine wiederum durch eine Trennwand 11 vom übrigen Becken abgesonderte Reinwasser-Entnahmemezone 12 vorgesehen, von wo Reinwasser über eine Leitung 13 zu einer das Reinwasser-Niveau regulierenden, höhenverstellbaren Reinwasser-Überlaufeinrichtung 14 in einem eigenen Becken oder Beckenbereich 15 geführt wird, aus dem das Reinwasser bei 16 entnommen wird. Die Überlaufeinrichtung 14 ist von an sich herkömmlicher Bauart, auch was ihre Vertikalverstellung anlangt, die in Fig. 1 nur schematisch mit einem vertikalen Doppelpfeil angedeutet wurde; eine detaillierte Beschreibung hiervon kann sich somit erübrigen.

Wesentlich für die vorliegende Flotationsanlage ist der Einsatz von im Bodenbereich des Flotationsbeckens 1 angeordneten, an sich von Belüftungsbecken her bekannten Platten- oder Streifenbelüftern 17, die zur Abgabe von feinen Luftbläschen, in der Größenordnung von 0,1 bis 0,9 mm, bevorzugt mit einem mittleren Durchmesser von 0,5 mm, ausgebildet sind. Derartige Belüfter 17 sind wie erwähnt an sich vom Belüftungsbecken her bekannt, dort jedoch für andere Luftdurchsätze und andere Luftblasengrößen ausgelegt, wobei insbesondere Luftblasen in der Größenordnung von einigen mm Durchmesser abgegeben werden. Demgegenüber ist für die vorliegende Flotationsanlage eine feinere Lochung der Membranen der Belüfter 17 durch Mikronadelung vorgesehen, und insgesamt ist auch der Luftdurchsatz bei der vorliegenden Flotationsanlage geringer als im Fall von Belüftungsbecken.

Bevor nun der prinzipielle Aufbau eines solchen mit einer gelochten Membran versehenen Belüfters 17 anhand der Fig. 4 erläutert wird, soll zuvor noch auf eine etwas modifizierte Flotationsanlage unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und 3 eingegangen werden, wobei aus Fig. 2 ersichtlich ist, dass praktisch der gesamte Boden des Flotationsbeckens 1 mit Belüftern 17 der angeführten Bauweise ausgelegt sein kann.

Im Einzelnen ist bei dem in Fig. 2 und 3 teilweise dargestellten Flotationsbecken 1' ein Rohwasserzulauf 2' mit aufwärts gekrümmten Rohren vorgesehen. An der Oberseite des Flotationsraumes 5 befindet sich eine hier drehbar um eine horizontale Achse gelagerte Schlammrinne 10', durch deren Verschwenkung der eine Rand, über den das Flotat 7 in sie einströmen kann, wahlweise tiefer oder höher verstellt werden kann. Aus dieser Schlammrinne 10' wird der Schlamm wieder abtransportiert, s. den Pfeil in Fig. 2. Bei der Flotationsanlage gemäß Fig. 2 und 3, die im Vergleich zu jener von Fig. 1 kleiner dimensioniert ist, kann sich somit eine Schlamm-Räumeinrichtung, wie die Einrichtung 8 in Fig. 1, erübrigen.

Bei 14' ist sodann in Fig. 2 und 3 ein Reinwasser-Überlauf aus einem Reinwasserbereich 12' in eine Reinwasser-Ablaufrinne 18 veranschaulicht, aus der das Reinwasser entnommen wird, wie schematisch in Fig. 2 bei 16 mit einem Pfeil dargestellt ist.

Die Belüfter 17 sind gemäß der Draufsicht von Fig. 2 in mehreren - z.B. fünf - Gruppen zu jeweils mehreren - z.B. sechs - streifenförmigen Belüftern 17 zusammengefasst; die Belüfter 17 werden dabei z.B. gruppenweise mit Luft auf nicht näher dargestellte, an sich herkömmliche Art über Leitungen versorgt, und sie können auch gruppenweise aus- und eingebaut werden.

Ein Querschnitt durch einen derartigen Belüfter 17 ist schematisch in Fig. 4 gezeigt, wobei ersichtlich ist, dass oberhalb einer streifenförmigen oder aber breiten Platte 19 eine Membran 20 angeordnet ist, die am Plattenrand auf eine übliche Weise, beispielsweise durch Kleben, Schrau-

ben, Klemmen oder dergl., fixiert ist, was in Fig. 4 nur schematisch dargestellt ist. Dem Raum zwischen der Platte 19 und der Membran 20 wird unter Druck stehende Luft von der Unterseite her, durch eine Bohrung 21 in der Platte 19, zugeführt, wobei aber selbstverständlich auch die Druckluftzuführung von der Oberseite her, durch die Membran 20 hindurch, denkbar wäre, wie dies ebenfalls bereits an sich bekannt ist.

Die Membran 20 ist mit durch Mikronadelung mechanisch erzeugten Löchern 22 versehen, wobei diese Löcher 22 im drucklosen Zustand der Membran 20 in der Regel geschlossen sind, jedoch bei der Zuführung der Druckluft, wenn sich die Membran 20 spannt und leicht aufwölbt, geöffnet werden, so dass ihre Größe (Durchmesser) im Zehntel-mm-Bereich liegt. Je nach angelegtem Druck, nach Dicke der Membran (die beispielsweise 0,1 bis 1 mm, insbesondere 0,1 bis 0,5 mm betragen kann), nach dem Material der Membran etc. ergeben sich dann beim Hindurchtreten von Luft durch die Löcher 22 feine Luftbläschen mit einem Durchmesser in der Größenordnung von 0,1 bis 0,9 mm, insbesondere mit einem mittleren Durchmesser von 0,9 mm. Die zum Lochen der Membran 20 verwendeten Mikronadeln sind daher jeweils entsprechend dieser Zielsetzung abhängig vom Luftdruck, von der Membranelastizität und Membrandicke etc. zu wählen, was aufgrund von einfachen Versuchen rasch erfolgen kann.

Die Membran besteht bevorzugt aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere einem Polykondensat oder einem Polyadditionsprodukt, wie z.B. aus Polyurethan, EPDM, Silikon, Viton, PE-Trifluorid oder Polycarbonat. Derartige Materialien erlauben die genannte feine Lochung, und sie besitzen andererseits eine hohe Lebensdauer, so dass insgesamt eine preiswerte, im Betrieb wirtschaftliche und zuverlässige Flotationsanlage erzielt wird.

Wenn es die jeweiligen Betriebsparameter erlauben, kann selbstverständlich auch nur ein Teil des Bodens des Flotationsbeckens 1 bzw. 1' mit Belüftern 17 wie vorstehend beschrieben belegt werden.

An sich ist es aber bevorzugt, Luftblasen über den gesamten Flotationsraum verteilt einzubringen, wobei auch eine unerwünschte Koaleszenz der abgegebenen Luftblasen - die den Wirkungsgrad der Flotationsanlage herabsetzen würde - weitestgehend verhindert wird. In diesem Zusammenhang werden bevorzugt 10 bis 100 Löcher 22 pro  $\text{cm}^2$  Membranfläche vorgesehen, wobei die Löcher 22 wie erwähnt sehr fein sind.

30

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Flotationsanlage mit einer Luftzuführeinrichtung, mit der einem in ein Becken zugeführten Rohwasser Luftblasen zuführbar sind, um ein Aufschwimmen von im Rohwasser suspendierten Flocken mit Hilfe der Luftblasen herbeizuführen, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftzuführeinrichtung an sich bekannte, zum Einbau im Bodenbereich vorgesehene Streifen- bzw. Platten-Belüfter (17) mit gelochten Membranen (20) aufweist, wobei die Löcher (22) der Membranen (20) zur Abgabe von Luftblasen mit einem mittleren Durchmesser von 0,1 bis 0,9 mm, vorzugsweise 0,5 mm, bemessen sind.
2. Flotationsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Wesentlichen der gesamte Boden der Flotationsanlage mit Belüftern (17) ausgerüstet ist.
3. Flotationsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranen (20) durch Mikronadelung gelocht sind.
4. Flotationsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Löcher (22) 10 bis 100 pro  $\text{cm}^2$  Membranfläche beträgt.
5. Flotationsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranen (20) aus Kunststoff, wie einem Polykondensat oder einem Polyadditionsprodukt, bestehen.
6. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus Polyurethan besteht.
7. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus EPDM besteht.
8. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus Silikon besteht.

9. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus vulkanisierbares Fluorelastomer besteht.
10. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus PE-Trifluorid besteht.
- 5 11. Flotationsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (20) aus Polycarbonat besteht.

**HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN**

10

15

20

25

30

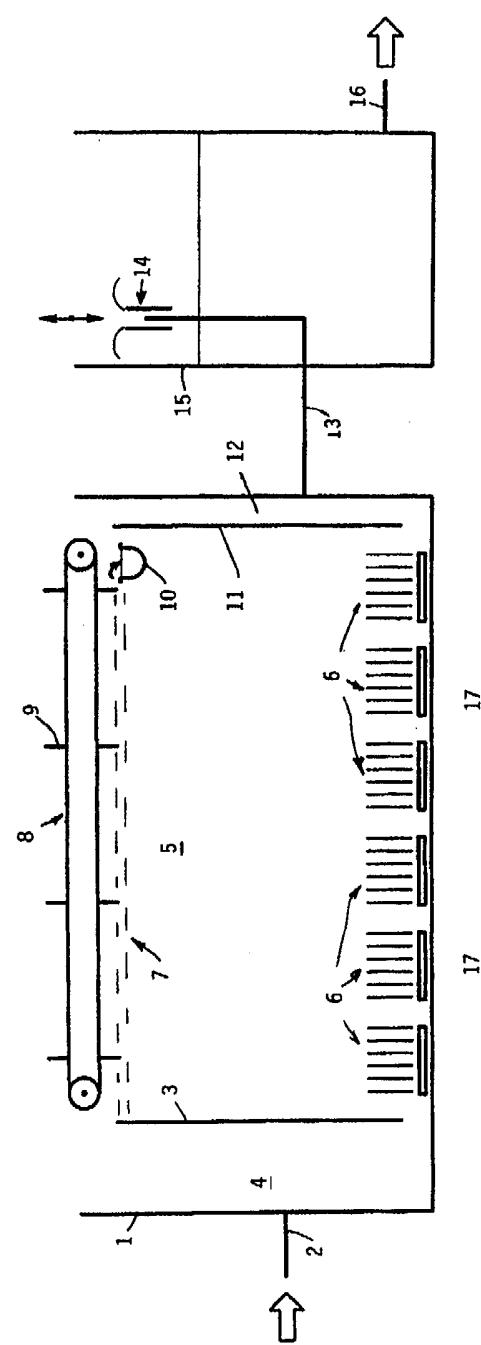
35

40

45

50

55



1  
Fig.

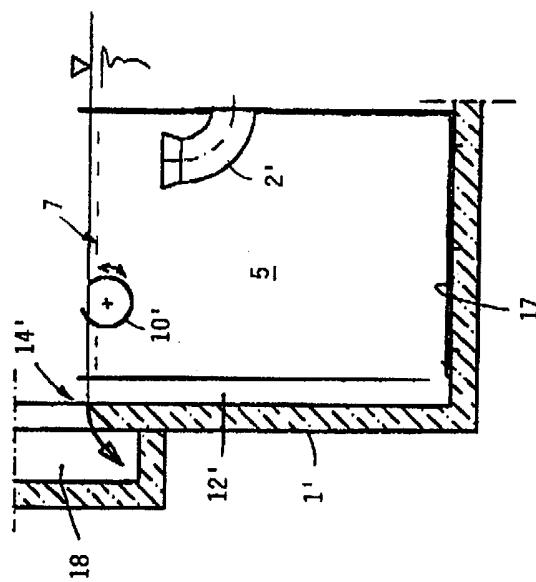


Fig. 3

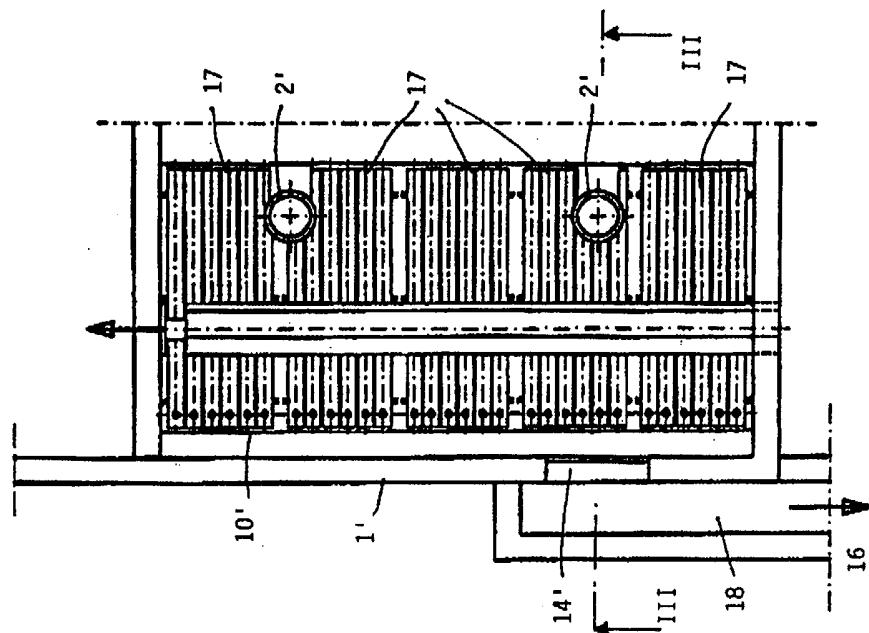


Fig. 2

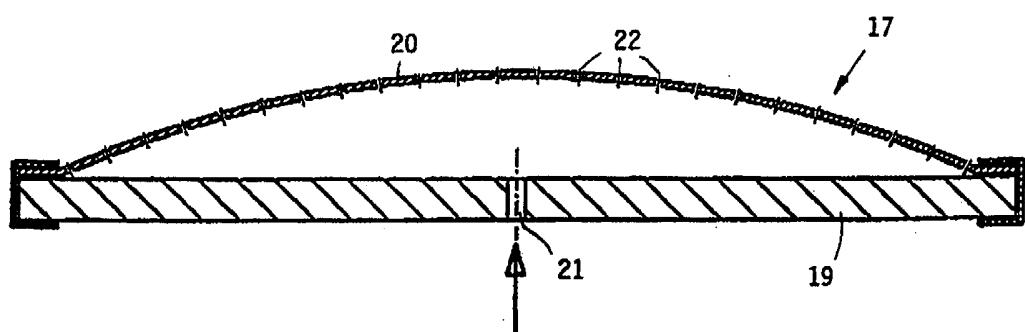


Fig. 4