



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 690 265 A5

⑤① Int. Cl.⁷: B 01 D 061/22
C 12 H 001/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 01529/95

②② Anmeldungsdatum: 16.05.1995

②④ Patent erteilt: 30.06.2000

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.06.2000

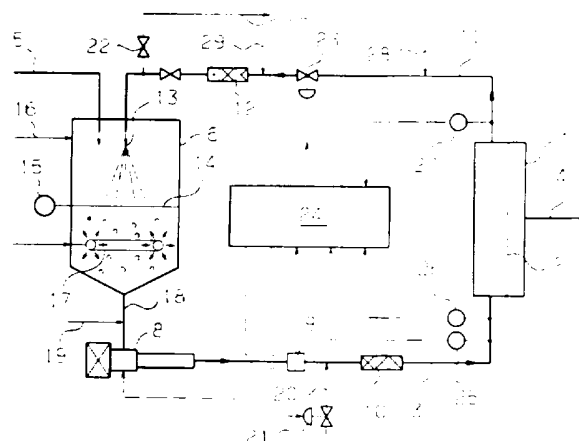
⑦③ Inhaber:
Bucher-Guyer AG, 8166 Niederweningen (CH)

⑦② Erfinder:
Hartmann, Eduard, Schneisingen (CH)

⑤④ Querstrom-Filtrationsverfahren zum Abtrennen von Flüssigkeit aus einem fließfähigen Medium sowie Anlage zu dessen Durchführung.

⑤⑦ Zum Eindicken eines Retentates mittels Membranfiltration (Ultra-/Mikrofiltration) auf einen möglichst hohen Nasstrubanteil wird dem Retentat ein gasförmiges Medium beigemischt. Hierfür wird in einem Tank (6) eine Öffnung (13) einer offenen Zuführleitung über dem Retentatsspiegel (14), ein poröser Ring (17) im Retentat oder ein einfacher Leitungsanschluss (19, 20, 28, 29) vorgeschlagen.

Infolge der so erzielten Absenkung der Viskosität des Retentates ergibt sich eine Reihe von Vorteilen, wie Einsparung an Energie für die Retentat-Umwälzung, wirtschaftliche Anlagen durch längere Ketten oder Passe von Filtrationsmodulen und Einsparung von Pressanlagen durch Direktfiltration bei hohen Feststoffanteilen.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Querstrom-Filtrationsverfahren zum Abtrennen von Flüssigkeit aus einem fließfähigen Medium, bei dem ein zu filtrierender, abzutrennende Teile enthaltender Stoffstrom als Retentat durch zumindest ein Modul mit porösen Membranen hindurchgeführt und ein Filtrat abgetrennt wird, sowie eine Anlage zu dessen Durchführung.

Aus EP-B1 0 427 099 (W. Müller) ist schon ein derartiges Verfahren bekannt. Es löst die Aufgabe, einen vorgegebenen Eindickungsgrad des Retentates betriebssicher und einfach einzustellen. Dieses Mikrofiltrationsverfahren, bei dem der zu filtrierende Stoffstrom unter Druck ein Mikrofiltrationsmodul mit tangential überströmten Membranen in einem Kreislauf mit kontinuierlicher Zu- und Abgabe von Konzentrat durchläuft, arbeitet mit Messung von Geschwindigkeit und Druckverlust im Retentatstrom. Aus diesen Messgrößen wird eine Trübstoffkonzentration errechnet und bei Sollwertabweichungen die Konzentrat-Abgabe geregelt.

Bei solchen Membranfiltrationen als Ultrafiltration oder Mikrofiltration besteht das Ziel, das Retentat im Eindickvorgang auf einen möglichst hohen Nassstrubanteil einzudicken. Dadurch lassen sich die Kosten für die nachfolgende Trocknung und Entsorgung des Retentates vermindern. Der erreichbare Grad der Retentateindickung ist wesentlich davon abhängig, bis zu welcher Viskosität das Retentat noch durch die Membranmodule der verwendeten Anlage gebracht werden kann. Um eine hohe Viskosität zu erreichen ist es bisher bekannt, die Anzahl Module in jeder Serie (in jedem Pass) und die Überström-Geschwindigkeit des Retentates an den Membranen klein zu halten. Eine Verringerung der Anzahl Module pro Pass reduziert aber die Leistung der Anlage und verschlechtert somit deren Wirtschaftlichkeit.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Abtrennen von Flüssigkeit aus einem fließfähigen Medium anzugeben, welche es ermöglichen, gegenüber bekannten Verfahren und Anlagen mehr Flüssigkeit abzutrennen und so höhere Nassstrubanteile im Rückstand zu erreichen.

Gemäss der Erfindung wird die Lösung dieser Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass dem Retentat ein gasförmiges Medium beigemischt wird. Verschiedene zweckmässige Ausführungsformen dieses Verfahrens sind den Patentansprüchen zu entnehmen. Ebenso sind in den Patentansprüchen Vorrichtungen zur vorteilhaften Ausführung des Verfahrens in einer Filtrationsanlage angegeben.

Versuche mit einer erfindungsgemässen Anlage haben ergeben, dass es mit einer Verdoppelung der üblichen Anzahl von Filtrationsmodulen pro Durchlauf-Pass möglich ist, auf 90–95% Nassstrubanteil einzudicken. Dies wird auf eine Senkung der Viskosität des Retentates durch die Luft-Beimischung bei höheren Nassstrubanteilen zurückgeführt. Das neue Verfahren erlaubt den Einsatz einer grösseren Anzahl von Filtrationsmodulen in Serie pro

Pass und somit wirtschaftlichere Anlagen. Durch die höheren Nassstrubanteile im Retentat ergibt sich eine Energieeinsparung bei der Nachtrocknung. Die Senkung der Viskosität des Retentates bringt zusätzlich eine Reduktion des Membranverschleisses. Die genannten Vorteile treten auch bei der Entsaftung von Fruchtmaischen mit an sich bekannten Membrananlagen unter Verzicht auf ein Pressverfahren auf, wenn man die Maischen mit allen Feststoffanteilen direkt im Querstromverfahren filtriert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der folgenden Beschreibung und den Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schema einer erfindungsgemässen Anlage zum Abtrennen von Flüssigkeit von einem Medium mit unterschiedlichen Vorrichtungen zur Beimischung von Luft zu dem Medium,

Fig. 2 die Beimischung von Luft an der Oberfläche eines Retentates in einem Batch-Tank,

Fig. 3 die Beimischung von Luft zum Retentat in einer Rückführ-Leitung durch ein gelochtes Rohr,

Fig. 4 die Beimischung von Luft zum Retentat von der Permeatseite eines Filtrationsmodules in einer Serie hintereinander geschalteter Module, und

Fig. 5 bis 13 Vorrichtungen zur Beimischung von Gas zu einem Medium in einer Anlage gemäss Fig. 1.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Modul 1 an sich bekannter Art mit einer porösen Membran 2 zur Abtrennung eines Permeates von einem Retentat. Das Retentat umfasst flüssige und nicht flüssige Anteile welche dem Modul 1 über eine Zuführ-Leitung 3 zugeführt werden. Im Modul 1 überströmt das Retentat die Membran 2 im Querstromverfahren quer zu ihrer Oberfläche, wobei flüssige Anteile durch deren Poren hindurch gelangen und als Permeat abgeführt werden, wie der Pfeil 4 andeutet. Als wichtige Anwendungsbeispiele für das Retentat bekannt sind Fruchtmaischen bzw. Abwasserschlämme, welche entsaftet bzw. entwässert werden, aber auch Fruchtsäfte, welche geklärt werden. Bekannte derartige Filtrationsanlagen umfassen eine Vielzahl solcher Module 1, welche gleichzeitig parallel und in sogenannten Passen in Serie geschaltet sind, um die Filtrationsleistung zu erhöhen und den Anteil der Restflüssigkeit im Retentat zu verringern.

Wie Fig. 1 zeigt, ist das Retentat durch die Zuführ-Leitung 3 und das Modul 1 in einem Retentat-kreislauf geführt. In diesen Retentatkreislauf gelangt das Retentat als fließfähiges Medium über eine Speiseleitung 5 und einen Batch-Tank 6. Im sogenannten Batch Betrieb wird der Batch-Tank 6 mit einer Charge, oder «Batch», des zu trennenden Mediums gefüllt und der Batch beim anschliessenden Filtrationsbetrieb im Retentatkreislauf belassen, bis ein gewünschter Entwässerungsgrad oder Nassstrubanteil erreicht ist. Erst dann wird das Retentat über eine Abführ-Leitung 7 und eine Drossel 22 aus dem Kreislauf entfernt, wobei über die Speiseleitung 5 eine Spülflüssigkeit zur Reinigung des Retentat-kreislaufes eingeführt werden kann.

Vom Batch-Tank 6 gelangt das Retentat in an sich bekannter Weise über eine gesteuerte Förder-

pumpe 8, einen Durchflussmesser 9 und einen statischen Mischer 10 in die Zuführ-Leitung 3 und das Modul 1. Als Förderpumpen 8 eignen sich alle volumetrisch fördernden Pumpen, die bekanntlich mit Zellen, Taumelachsen, Zahnrädern oder Kolben arbeiten. Vom Modul 1 her ist das Retentat durch eine Rückführ-Leitung 11 und über einen weiteren Mischer 12 wiederum dem Batch-Tank 6 zugeführt und damit der Retentatkreislauf geschlossen. Zur Regelung des Durchflusses im Retentatkreislauf ist in an sich bekannter Weise eine Regelstufe 24 vorgesehen. Diese regelt über ein Servoventil 23 den Druck am Eingang des Moduls 1 und über die Förderpumpe 8 die Flussgeschwindigkeit in Abhängigkeit von den Messsignalen des Durchflussmessers 9. Die Regelstufe 24 steuert oder regelt ferner den Verfahrensablauf in Abhängigkeit von den Signalen einer Viskositätssonde 25 am Eingang des Moduls 1 und zweier Drucksonden 26, 27 am Eingang und am Ausgang des Moduls 1. Die genannten Werte von Flussgeschwindigkeit, Viskosität und Druck des Retentates ändern sich infolge der Eindickung und erfordern daher eine Regelung.

Zur Verbesserung der Förderfähigkeit des Retentates im Kreislauf sind, wie Fig. 1 zeigt, verschiedene Vorrichtungen zur Beimischung eines Gases, vorzugsweise Luft, zum Retentat vorgesehen. Die Rückführleitung 11 endet im Batch-Tank 6 mit einer Öffnung 13 auf einer bestimmten Höhe oberhalb des Retentatspiegels 14 des Retentates. Aus der Öffnung 13 fällt das Retentat auf den Retentatspiegel 14 und reisst beim Auftreffen mit hoher Geschwindigkeit am Strömungsrand Luft oder Stickstoff aus dem Tank 6 in das Medium hinein, wie es Fig. 2 im Einzelnen zeigt. Zur Sicherung eines stabilen Betriebes ist am Tank 6 ein Niveausensor 15 montiert, um den Retentatspiegel 14 konstant zu halten.

Es hat sich gezeigt, dass die Gasbeimischung beim freien Fall des Retentates im Batch-Tank 6 besonders wirksam erfolgt, wenn der Durchmesser des Tanks 6 klein und die Höhe des Retentatspiegels 14 im Tank 6 gering ist. Die Auftriebsgeschwindigkeit der ins Retentat eingebrachten Gasblasen ist durch ihre Grösse und durch die Viskosität des Retentates bestimmt.

Damit diese Gasblasen in die Verbindungsleitung 18 zwischen Batch-Tank 6 und Förderpumpe 8 gelangen, muss die Strömungsgeschwindigkeit des Retentates abwärts grösser sein, als die Auftriebsgeschwindigkeit der Gasblasen. Bei den genannten Bedingungen für Tankdurchmesser und Niveauhöhe bildet sich vorzugsweise eine Schlund-Strömung im Retentat mit erhöhter Strömungsgeschwindigkeit aus, welche also die Gasblasen wirksam in die Verbindungsleitung 18 einzieht. In der unteren Zone des Tanks 6 genügt für die Luftführung demgemäss eine offene Leitung im Bereich hoher Abwärtsströmung, Siebrohre etc. sind hier nicht nötig.

Wie Fig. 1 zeigt, ist der Batch-Tank 6 in geschlossener Form ausgeführt. Daher ist die Zusammensetzung der Gasatmosphäre über dem Retentatspiegel 14 wählbar. Sie wird über eine Zuführung 16 für Frischgas zum Ersatz des beigemischten Gases bestimmt. Als weitere Vorrichtung zur Bei-

schung von Gas ist im Retentat im Batch-Tank 6 unterhalb des Retentatspiegels 14 ein poröser Ring 17 mit einer äusseren Gaszuführung angeordnet. Das Gas kann auch einfach in die Verbindungsleitung 18 zwischen Batch-Tank 6 und Förderpumpe 8 über eine Zuführ-Leitung 19 oder in die Rückführleitung 11 über eine Zuführ-Leitung 28 oder 29 beigemischt werden. Eine ähnliche Gaszuführung über eine Gaszuführ-Leitung 20 und ein von der Regelstufe 24 gesteuertes Ventil 21 ist zwischen dem Durchflussmesser 9 und dem statischen Mischer 10 vorgesehen.

Die einfachen Beimischungen des Gases über die Zuführ-Leitungen 19, 20, 28, 29 machen den Einsatz von Mischern 10 und 12 zur Homogenisierung des Retentates zweckmässig, um eine homogene verringerte Viskosität zu erreichen. Solche Mischer sind nicht notwendig, wenn man schon bei der Beimischung des Gases in den Retentatkreislauf für eine homogene Verteilung sorgt, z.B. durch Verwendung von gelochten Rohren, Sinterrohren, Membranen oder Venturidüsen in der Retentatleitung.

Fig. 3 zeigt als Beispiel die Beimischung von Luft 30 in die Rückführ-Leitung 11 gemäss Fig. 1 durch die Zuführ-Leitung 28, welche innerhalb der Rückführ-Leitung 11 als gelochtes Rohr 28' ausgebildet ist. Die Löcher 31 sind im Rohr 28' auf der dem, durch den Pfeil 32' symbolisierten Retentatstrom abgewendeten Seite angeordnet, wie die Pfeile 32 zeigen.

Wie schon erwähnt, umfassen industrielle Filtrationsanlagen mehrere Filtrationsmodule in Serie. Eine derartige Serie von nur vier Modulen 41, 41' zeigt beispielhaft Fig. 4. Die Serie 41, 41' ist anstelle des Moduls 1 in Fig. 1 zwischen die Zuführleitung 3 und die Rückführleitung 11 für das Retentat eingesetzt. Jedes Modul 41, 41' besitzt seine Abführleitung 44, 44' für das Permeat, welche in eine Permeatsammelleitung 44'' zusammengeführt sind. Eines der Module, zweckmässig das erste 41' der Serie lässt sich mit Vorteil zur Beimischung von Gas verwenden, welches von der Permeatseite der Filtrationsmembran (2 in Fig. 1) her durch die hier als Zuführleitung dienende Abführ-Leitung 44' unter Druck eingeführt wird. In diesem Fall ist die Abführ-Leitung 44' durch zwei Sperrventile 45, 46 von der Permeatsammelleitung 44'' getrennt und mit einer Gaszuführung 47 verbunden, wie Fig. 4 zeigt.

Durch Betätigung der Sperrventile 45, 46 lässt sich die Gaszuführung 47 abtrennen und Modul 41' in normaler Filterfunktion betreiben. Die Gasbeimischung zum Retentat durch die Filtrationsmembran eines Moduls 41' ergibt infolge der feinen und gleichmässig verteilten Membranöffnungen eine besonders homogene Gasverteilung im Retentat.

Die Fig. 5 bis 13 zeigen Varianten der Vorrichtungen zur Gasbeimischung im Batch-Tank 6 gemäss Fig. 1. Bei den Beispielen gemäss Fig. 5 bis 9 ist ein offener Batch-Tank 6' eingesetzt, sodass als Gas Luft aus der Umgebung eingemischt wird. Wie Fig. 5 zeigt, endet die Retentat-Rückführleitung 11 oberhalb des Retentatspiegels 14 im Tank 6' in einem Sprühkopf 50. Beim Austritt aus dem Sprühkopf 50 erhalten die Retentat-Teilströme die hohe

Geschwindigkeit, um bei ihrem Aufprall auf dem Retentat-Spiegel 14 eine gewünschte Menge Luft einzuziehen.

Gemäss der Variante von Fig. 6 ist der Sprühkopf durch eine Prallplatte 60 am Ausgang der Retentat-Rückführleitung 11 ersetzt, gemäss Fig. 7 durch einen Verteiler 70 mit mechanisch bewegten Teilen. Bei diesen Beispielen erfolgt die Beimischung der Luft zum Retentat bereits oberhalb des Retentatspiegels 14, es wird hier keine hohe Aufprallgeschwindigkeit erzielt. Fig. 8 zeigt einen Batch-Tank 6', in welchem, ähnlich wie der poröse Ring 17 in Fig. 1, eine Sinterplatte 80 als Membran zur Luftbeimischung unterhalb des Retentatspiegels 14 angeordnet ist. Bei der Anordnung gemäss Fig. 9 weist die Retentat-Rückführleitung 11 vor ihrem Ende oberhalb des Retentatspiegels 14 im Tank 6' eine Membran 90 auf, durch die Luft unter Druck beigemischt wird. Die Membran 90 kann in einem Mikrofiltrations-Modul oder als Sinterrohr angeordnet sein.

Fig. 10 zeigt einen geschlossenen Batch-Tank 6, welcher einen eigenen Retentatkreislauf 101 mit einer Umwälzpumpe 102 zum Einbringen von Gas oberhalb des Retentatspiegels 14 aufweist. Hierbei ist die Retentat-Rückführleitung 11 mit dem Retentat im Tank 6 unterhalb des Retentatspiegels 14 verbunden. Fig. 11 zeigt, wie auch in einem geschlossenen Tank 6 das Retentat über die Rückführleitung 11 auf eine Reihe von freien Leitungsenden 110 verteilt wird. Das hier austretende Retentat nimmt das oberhalb des Retentatspiegels 14 vorhandene Gas in den Retentatstrom auf. Fig. 12 zeigt eine Anordnung mit ähnlicher Wirkung, wie in Fig. 11, nur sammelt sich hier das Retentat aus der Rückführleitung 11 im geschlossenen Batch-Tank 6 oberhalb einer Lochplatte 120, welche es in den darunter befindlichen Gasraum verteilt.

Fig. 13 zeigt wiederum den geschlossenen Batch-Tank 6 mit einem darin angeordneten Rührwerk 130 zum hochtourigen Betrieb. Die Rührorgane des Rührwerks 130 ziehen gleichzeitig Gas oberhalb des Retentatspiegels 14 nach unten in das Retentat ein und verteilen es dort gleichmässig zur Weiterleitung in den Kreislauf über die Verbindungsleitung 18.

Neben der aufgabengemässen Senkung der Viskosität des Retentates hat die erfindungsgemässe Gasbeimischung zum Retentat noch weitere Vorteile. Es ist bekannt, in verflüssigten Fruchtmaischnen oder in ausgepresstem Fruchtsaft zur Verbesserung der Saftstabilität gegen Nachtrübungen Phenole durch in den Tanks eingemischte Luft oder eingemischten Sauerstoff zu oxidieren. Bei einer Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens für diese Zwecke tritt diese Wirkung infolge der Beimischung und Verteilung geeigneter Gase in verstärkter Form auf.

Weiterhin wird die Filtrationsleistung in den Modulen 1 verbessert, weil die Verminderung der Viskosität die Scherkräfte der Permeatströmung an den Membranoberflächen günstig beeinflusst. Neben den höheren Eindickgraden des Retentates ergibt sich auch eine Energieeinsparung durch eine verminderte Umwälzarbeit am weniger viskosen Re-

tentat, eine Reduktion des Membranverschleisses, und die Möglichkeit, wirtschaftlichere Filtrationsanlagen einzusetzen, weil man mit niedriger viskosen Retentaten grössere Anzahlen Filtrationsmodule in Serien fahren kann.

Bekannte Pressverfahren bei Fruchtmaischnen können entbehrlich werden, weil diese Maischen trotz aller darin enthaltener Feststoffanteile nun direkt im Querstromverfahren filtriert werden können. Ist die Luftbeimischung hinreichend fein verteilt, so nimmt das Retentat einen fast schaumartigen Zustand an. Eine Verbesserung wird aber bereits erreicht, wenn man auf die Verteilung verzichtet und das gasförmige Medium dem Retentatstrom nach der Umwälzpumpe einfach mit einer Folge von zeitlichen Unterbrechungen hinzufügt.

Patentansprüche

1. Querstrom-Filtrationsverfahren zum Abtrennen von Flüssigkeit aus einem fließfähigen Medium, bei dem ein zu filtrierender, abzutrennende Teile enthaltender Stoffstrom als Retentat durch zumindest ein Modul (1, 41) mit porösen Membranen (2) hindurchgeführt und ein Filtrat abgetrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dem Retentat ein gasförmiges Medium beigemischt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Retentat als gasförmiges Medium Luft, Stickstoff oder Sauerstoff beigemischt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat in einer Anlage in einem Kreislauf und in Batch-Fahrweise in einen Batch-Tank (6) rückgeführt wird und das gasförmige Medium dem Retentat im Batch-Tank (6), in einer Zuführleitung (3) zu den Membran-Modulen (1, 41) oder in einer Rückführleitung (11) beigemischt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge des beigemischten gasförmigen Mediums in Abhängigkeit von der Dichte oder der Viskosität des Retentates oder von dessen Druckabfall an den Membran-Modulen (1, 41) geregelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das gasförmige Medium dem Retentat nur dann beigemischt wird, wenn die Viskosität des Retentates über einem vorgegebenen Wert liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das gasförmige Medium dem Retentat in Form von Gasblasen beigemischt wird, deren Grösse im Bereich von 0,01 mm bis 10 mm liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat den Membranmodulen (1, 41) mittels einer Förderpumpe (8) über eine Zuführleitung (3) zugeführt wird und dass das gasförmige Medium dem Retentatstrom nach der Förderpumpe (8) derart beigemischt wird, dass Gasblasen einer Grösse bis zum Durchmesser der Zuführleitung (3) entstehen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Retentat den Membranmodulen (1, 41) mittels einer Förder-

pumpe (8) über eine Zuführleitung (3) zugeführt wird und dass das gasförmige Medium dem Retentatstrom nach der Förderpumpe (8) mit einer Folge von zeitlichen Unterbrechungen beigemischt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das gasförmige Medium dem Retentat im Batch-Tank (6) beigemischt wird, indem das Retentat bei der Rückführung in den Batch-Tank (6) mit möglichst grosser Geschwindigkeit auf einen Retentatspiegel (14) des bereits im Tank (6) befindlichen Retentates auftrifft.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Retentat-Füllhöhe im Batch-Tank (6) bis zum Retentatspiegel (14) kleiner als der Durchmesser des Batch-Tanks (6) gehalten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Retentatkreislauf in Abhängigkeit von der mittleren, pro Zeiteinheit dem Retentat beigemischten Menge des gasförmigen Mediums verändert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit durch die Fördermenge des Retentates derart verändert wird, dass das Druckgefälle im Retentatkreislauf über die Membran-Module (1, 41) oder der Eingangsdruck am ersten Modul konstant bleibt.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zu filtrierende Stoffstrom durch eine Serie hintereinander geschalteter Module (41, 41') mit porösen Membranen hindurchgeführt wird und dass in einem der ersten oder letzten Module (41') der Serie Gas von der Filtratseite her mit Überdruck durch die Membran hindurch dem Retentat beigemischt wird.

14. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1, 2, 5, 9, 10, 12, 13 mit mindestens einem Filtrationsmodul (1, 41) mit tangential überströmbaren porösen Membranen (2) und einer Zuführleitung (3) für ein zu filtrierendes Medium als Retentat zu den Filtrationsmodulen (1, 41) mit einer Förderpumpe (8), gekennzeichnet durch eine Vorrichtung (13, 17, 19, 20) zur Beimischung eines gasförmigen Mediums zu dem zu filtrierenden Medium.

15. Anlage nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch Filtrationsmodule (1, 41) mit Membranen (2), welche gemäss ihrer Trenngrenze in der Mikrofiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration oder Umkehr-Osmose eingesetzt werden.

16. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Beimischung mit einem Anschluss (28) für das gasförmige Medium versehene gelochte Rohre (28'), Sinterrohre (17), Membranen (90) oder Venturi-Düsen in einer Rückführleitung (11) für das Retentat umfasst.

17. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Vorrichtung zur Beimischung (20, 29) folgend in der Zuführleitung (3) und in einer Rückführleitung (11) für das Retentat ein Homogenisator oder ein statischer Mischer (10, 12) oder beweglicher Mischer angeordnet ist.

18. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Beimischung eine Gaszuführleitung (20) umfasst, in welcher

ein Regelement (21) für die Menge des zugeführten Gases angeordnet ist.

19. Anlage nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelement (21) für die Menge des zugeführten Gases wirkverbunden ist mit einer Einrichtung zur Messung der Viskosität (25), des Druckes (26, 27) oder des Durchflusses (9) des Retentates.

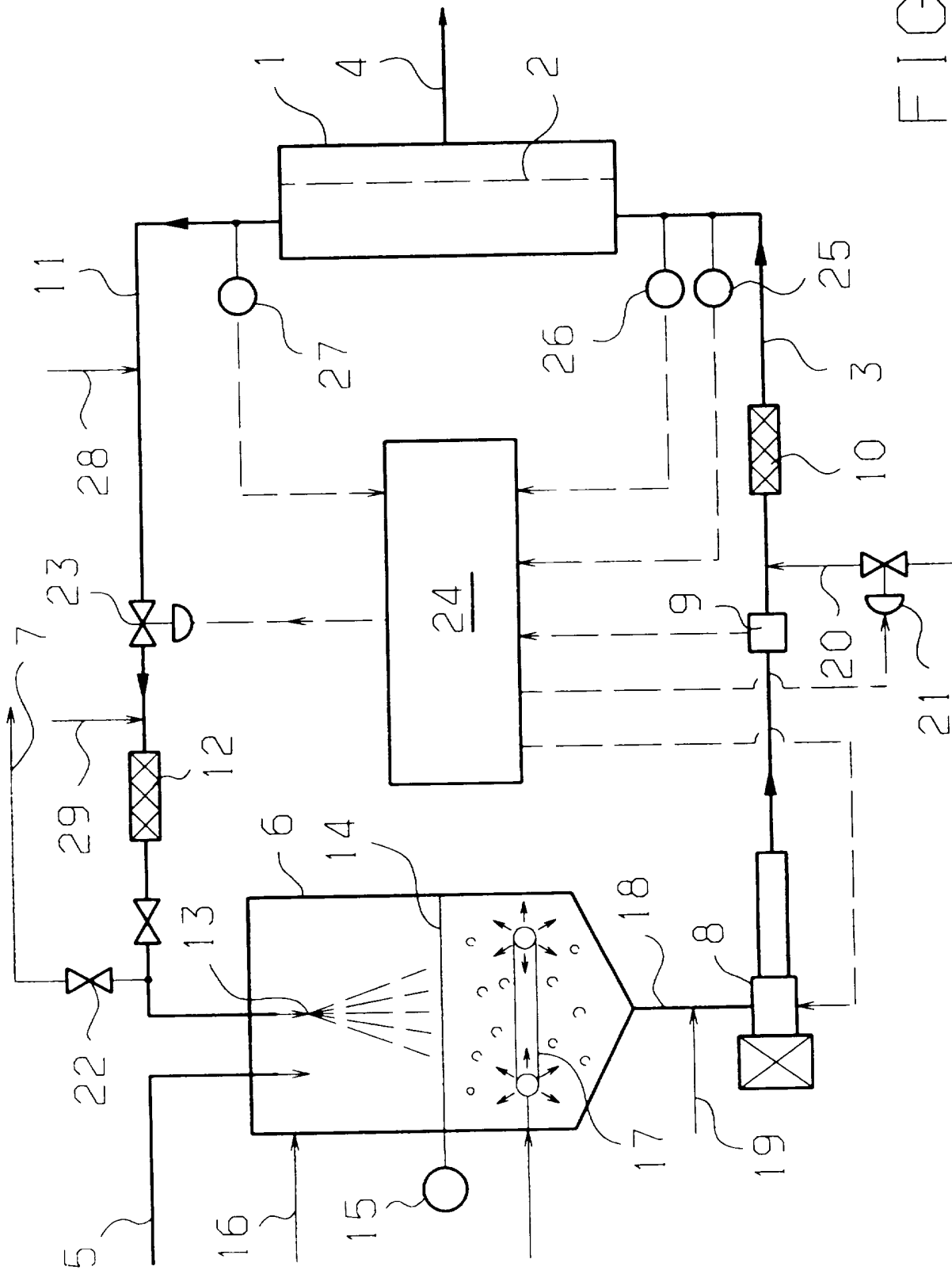
20. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch einen Batch-Tank (6, 6') für das zu filtrierende Medium und durch offene Leitungen, Sinterplatten oder Membranen (80), welche unterhalb eines Retentatspiegels (14) des zu filtrierenden Mediums im Batch-Tank (6, 6') zur Beimischung des gasförmigen Mediums angeordnet sind.

21. Anlage nach Anspruch 20, gekennzeichnet dadurch, dass der Batch-Tank (6, 6') einen wesentlich kleineren Durchmesser als seine maximale Füllhöhe besitzt und am unteren Ende eine Öffnung für den Retentat-Ausfluss aufweist, und dass am Ende offene Leitungen zur Gas-Beimischung bestehen, deren Öffnung unterhalb des Retentatspiegels (14) des zu filtrierenden Mediums im Batch-Tank (6, 6') in der unteren Tankzone im Bereich hoher Abwärtsströmung des Retentat-Ausflusses angeordnet ist.

22. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch einen Retentatkreislauf, dessen Zuführleitung (3) und Rückführleitung (11) mindestens einen Anschluss (19, 28, 29) zur Zuführung des beizumischenden gasförmigen Mediums aufweisen.

23. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch einen Retentatkreislauf, mit einem darin befindlichen Batch-Tank (6, 6') für das zu filtrierende Medium, wobei die Öffnung (13) am Ende einer Rückführleitung (11) für das Retentat im Batch-Tank (6, 6') oberhalb eines Retentatspiegels (14) derart angeordnet ist, dass das Retentat aus der Rückführleitung (11) direkt auf den Retentatspiegel (14) auftrifft.

24. Anlage nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch einen Retentatkreislauf, mit einem darin befindlichen Batch-Tank (6, 6') für das zu filtrierende Medium, wobei die Öffnung (13) am Ende einer Rückführleitung (11) für das Retentat im Batch-Tank (6, 6') oberhalb eines Retentatspiegels (14) angeordnet ist, sowie durch Düsen, Sprühköpfe (50), Prallplatten (60), mechanisch angetriebene Zerstäuber (70), mehrarmige Verteiler (110) oder in den Tank (6) eingezogene Lochböden (120), welche am Austritt der Rückführleitung (11) zur Beimischung des oberhalb des Retentatspiegels (14) befindlichen Gases zum zu filtrierenden Medium angeordnet sind.



151

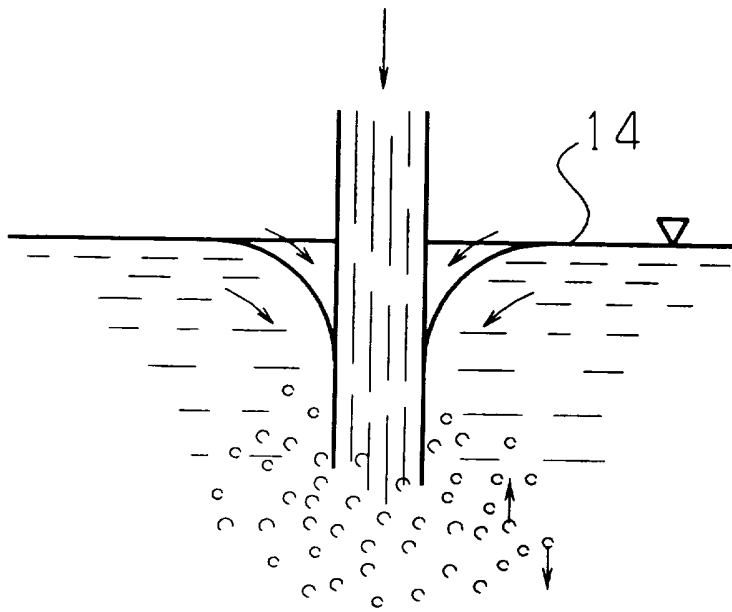


FIG. 2

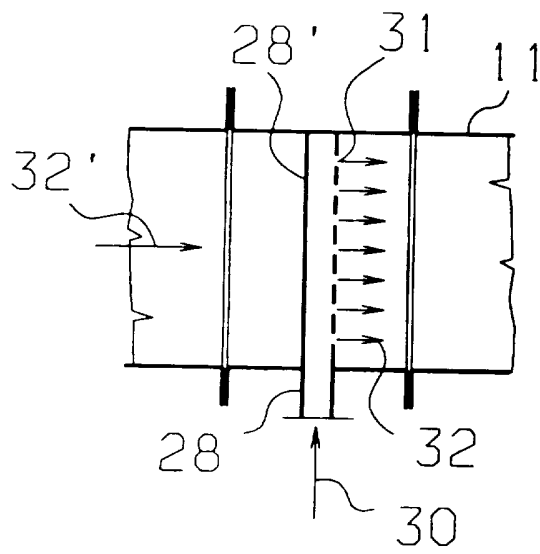


FIG. 3

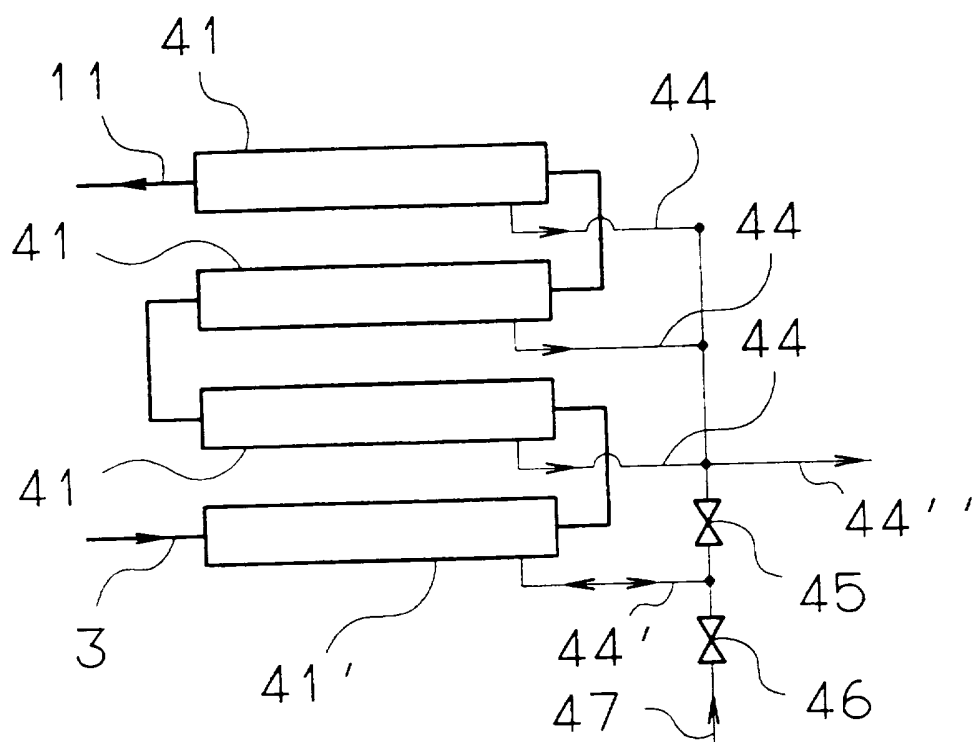


FIG. 4

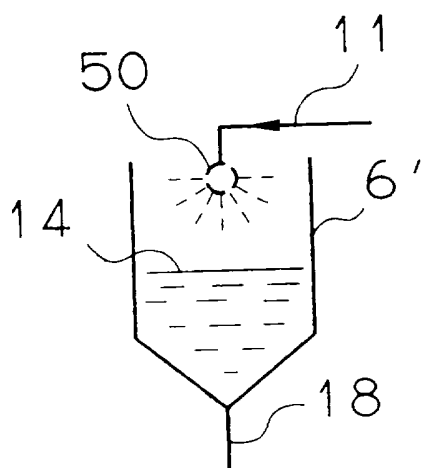


FIG. 5

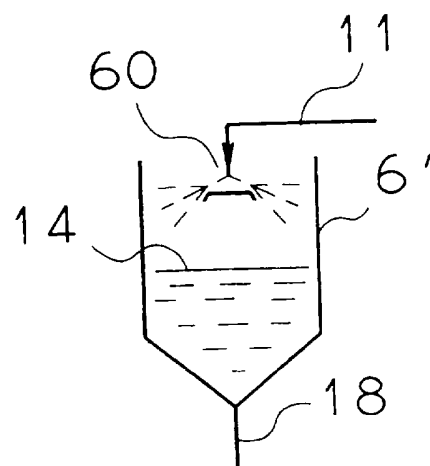


FIG. 6

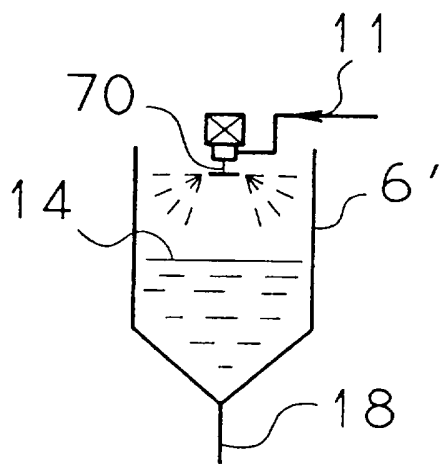


FIG. 7

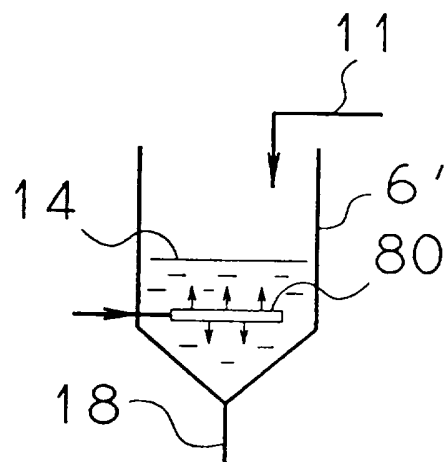


FIG. 8

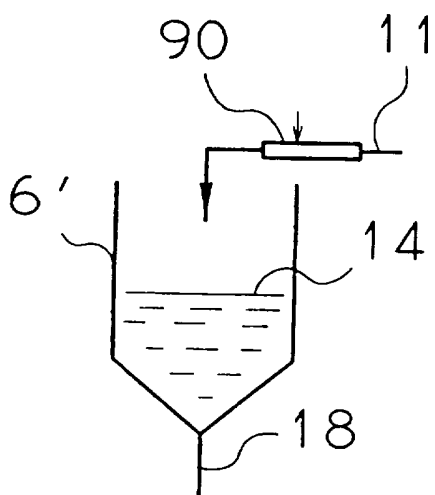


FIG. 9

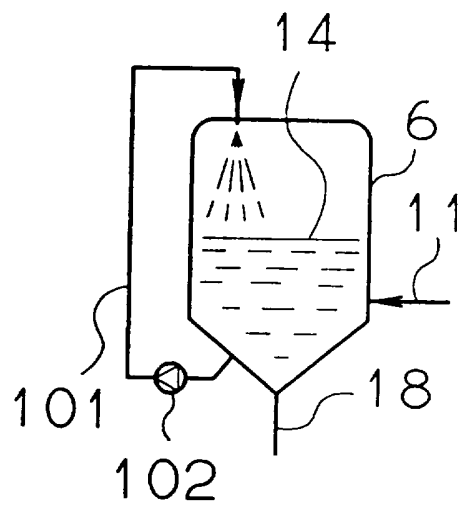


FIG. 10

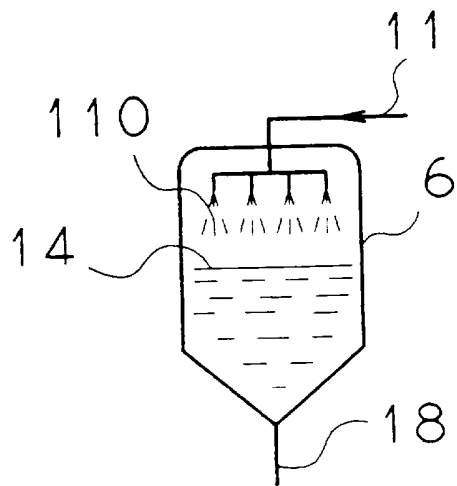


FIG. 11

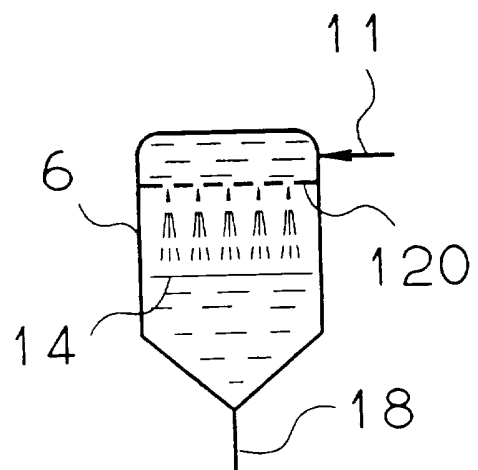


FIG. 12

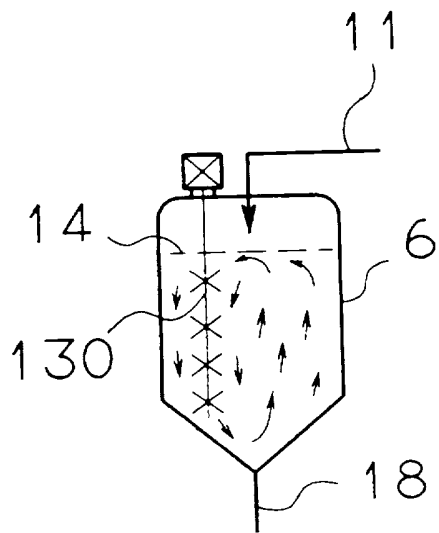


FIG. 13