CH 681 862 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 681 862 A5

(51) Int. Cl.[5]: B 01 J 49/00
C 02 F 1/42

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

# (12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 1490/91

(22) Anmeldungsdatum: 17.05.1991

(30) Priorität(en): 26.05.1990 DE 4017024

(24) Patent erteilt: 15.06.1993

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.06.1993

(73) Inhaber:
Hanns-Heinz Eumann, Gärtringen (DE)

(72) Erfinder:
Eumann, Hanns-Heinz, Gärtringen (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

## (54) Verfahren zum Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters.

(57) Nach dem in einem Zusatzbehälter vorgenommenen Entmischen mittels aufströmender Flüssigkeit infolge unterschiedlichen spezifischen Gewichts wird das eine Ionenaustauschmaterial innerhalb und das andere Ionenaustauschmaterial ausserhalb des Zusatzbehälters seinem jeweiligen Regeneriermittel ausgesetzt. Dabei wird eine hohe Filterqualität mit einem geringen apparativen Aufwand und einem sparsamen Chemikalienverbrauch angestrebt.

Zu diesem Zweck wird unter Verwendung von inertem Trennschichtmaterial eine vollständige gegenseitige Trennung von Kationenaustauschmaterial und Anionenaustauschmaterial vollzogen und die ausserhalb des Zusatzbehälters erfolgende Regenerierkomponente innerhalb des Filterbehälters als Aufwärtsgegenstromregenerierung zusammen mit einer Aufwärtsgegenstromregenerierung eines sich in demselben Filterbehälter über einem flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden anschliessenden Vorfilters durchgeführt.

Das Verfahren findet seine Anwendung insbesondere bei Wasseraufbereitungsanlagen. Im Falle einer Hochleistungs-Vollentsalzung von Wasser reduziert sich die Reihenschaltung von drei Filterbehältern auf eine Reihenschaltung von zwei Filterbehältern.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters, bei dem das Kationenaustauschmaterial und das mit diesem vermischte Anionenaustauschmaterial nach der Beladephase aus dem Filterbehälter in einen Zusatzbehälter befördert und dort mittels aufströmender Flüssigkeit infolge unterschiedlichen spezifischen Gewichts zu zwei Reinzonen und einer unreinen Zwischenzone entmischt werden, anschliessend das Ionenaustauschmaterial der einen Reinzone innerhalb des Zusatzbehälters und das Ionenaustauschmaterial der anderen Reinzone ausserhalb des Zusatzbehälters seinem jeweiligen Regeneriermittel ausgesetzt wird und danach diese Ionenaustauschmaterialien wieder zum Mischbettfilter vereinigt werden.

Ionenaustausch-Mischbettfilter kommen bekanntlich dort zum Einsatz, wo an die Entmineralisierung einer hindurchzuleitenden Flüssigkeit besonders grosse Anforderungen gestellt werden. Die hohe Filterqualität des Mischbettfilters beruht auf dem Umstand, dass die zu behandelnde Flüssigkeit unzählige Male kleinräumig wechselnd auf die beiden vorzugsweise aus Harzpartikeln bestehenden Ionenaustauschmaterialien trifft, wogegen gewöhnlich zunächst eine erste Filterschicht aus Kationenaustauschmaterial und anschliessend in einem gesonderten Filterbehälter eine zweite Filterschicht aus Anionenaustauschmaterial durchströmt wird. Bei der Hochleistungs-Vollentsalzung von Wasser sind häufig ein Kationenaustauschmaterial enthaltender erster Filterbehälter, ein Anionenaustauschmaterial enthaltender zweiter Filterbehälter und ein eine innige Mischung von Kationenaustauschmaterial und Anionenaustauschmaterial enthaltender dritter Filterbehälter hintereinandergeschaltet.

Das Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters ist stets mit grösseren Schwierigkeiten verbunden, weil der Behandlung des Kationenaustauschmaterials mit Säure und der Behandlung des Anionenaustauschmaterials mit Lauge eine saubere Trennung der beiden Ionenaustauschmaterialien vorausgehen muss. Bei einer unsauberen Trennung würde das nachfolgende Regenerieren den verunreinigenden Anteil der jeweils anderen Mischbettkomponente tendenziell eher weiter beladen. Im rückgemischten Mischbettfilter bilden diese Anteile Störstellen, die das Arbeitsergebnis des Mischbettfilters verschlechtern, die Beladephase des Mischbettfilters verkürzen und elektrische Differenz-Leitfähigkeitsmessungen zum rechtzeitigen Beenden der Beladephase erschweren.

Ein Regenerierverfahren der eingangs angeführten Gattung ist bereits aus der Patentschrift DE 2 743 608 C2 bekannt. Mit den Besonderheiten des bekannten Verfahrens wird das Ziel verfolgt, eine externe Regeneration von erschöpften Anionen- und Kationenaustauschharzen eines Mischbettfilters frei von Teilmengen der Mischzonenharze durchzuführen. Deshalb wird das Material der die zwei Reinzonen voneinander trennenden unreinen Zwischenzone aus dem Zusatzbehälter in einen anderen Zusatzbehälter überführt und in diesem anderen Zusatzbehälter später zusammen mit den neuerlich erschöpften Ionenaustauschmaterialien des Mischbettfilters entmischt und wird das Material der dabei erhaltenen unreinen Zwischenzone in den ersten Zusatzbehälter überführt und darin später mit den der wiederum nächsten Beladephase unterworfenen Ionenaustauschmaterialien zum Entmischen vereint. Das Regenerieren des reinen Kationenaustauschmaterials findet immer abwechselnd im einen oder anderen Zusatzbehälter statt, das Regenerieren des noch vor der unreinen Zwischenzone abgezogenen reinen Anionenaustauschmaterials dagegen stets in ein und demselben zusätzlichen Regenerierbehälter. Nach alledem erfordert das bekannte Verfahren zum Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters eine stattliche Zahl von Behältern, einen entsprechenden hohen Aufwand an Armaturen zur Verbindung der Behälter, einen grossen Platzbedarf für die zahlreichen Behälter, eine Überschussmenge Kationenaustauschmaterials und eine Überschussmenge Anionenaustauschmaterials für die jeweils ausserhalb des Mischbettes verbleibende unreine Zwischenzone und letztlich auch einen als zu hoch erscheinenden Verbrauch an Regenerierchemikalien.

Aus dem Dokument DE 2 936 999 A1 ist es bekannt, das Kationenaustauschmaterial und das Anionenaustauschmaterial mit Hilfe eines Trennschichtmaterials, welches im Mischbettfilter als dritter Bestandteil eingemischt ist, aufgrund seines spezifischen Gewichts nach dem Entmischen eine Trennschicht bildet und am Ionenaustausch nicht teilnimmt, durch eine in der Trennschicht vorgenommene Zweiteilung des gesamten Materials des Mischbettfilters vollständig voneinander zu trennen. Das Entmischen mittels aufströmender Flüssigkeit findet allerdings im Filterbehälter statt, was dort über dem Mischbettfilter einen angemessenen Freiraum erfordert. Danach wird das leichtere Anionenaustauschmaterial zusammen mit einem oberen Teil der Trennschicht in einen ausschliesslich zum Regenerieren bestimmten Zusatzbehälter überführt. Das schwerere Kationenaustauschmaterial wird im Filterbehälter im Gleichstrom zur Betriebsströmung des Mischbettfilters von oben nach unten von seinem Regeneriermittel durchströmt. Offen bleibt, wie die Rückführung des Anionenaustauschmaterials in den Filterbehälter erfolgt und wie die Rückmischung der beiden Ionenaustauschmaterialien vonstattengeht.

Aus dem Dokument US-PS 2 666 741 ist ein Verfahren zum Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters bekannt, bei dem zwar inertes Trennschichtmaterial zum gegenseitigen Trennen von Kationenaustauschmaterial und Anionenaustauschmaterial verwendet wird, jedoch ein zwischenzeitliches Auslagern des leichteren Anionenaustauschmaterials aus dem Filterbehälter in einen Zusatzbehälter unterbleibt. Dadurch ist ein zeitgleiches Regenerieren der beiden Ionenaustauschmaterialien ausgeschlossen, werden komplizierte Ventil- und Steuerungseinrichtungen erforderlich und lassen sich insbesondere auch bei der

Variante der Aufwärtsgegenstromregenerierung der beiden Ionenaustauschmaterialien Säure- und Laugedurchbrüche nicht ausschliessen, die Chemikalienverluste verursachen, die Filterqualität verschlechtern und zusätzliche Spülvorgänge erfordern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Regenerierverfahren der eingangs angeführten Gattung eine hohe Filterqualität mit einem in Hinblick auf niedrige Gestehungskosten geringen apparativen Aufwand und mit einem in Hinblick auf niedrige Betriebskosten sparsamen Chemikalienverbrauch zu erzielen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das Kationenaustauschmaterial und das Anionenaustauschmaterial mit Hilfe eines Trennschichtmaterials, welches im Mischbettfilter als dritter Bestandteil eingemischt ist, im Zusatzbehälter aufgrund seines spezifischen Gewichts eine Trennschicht bildet und am Ionenaustausch nicht teilnimmt, durch eine in der Trennschicht vorgenommene Zweiteilung des gesamten Materials des Mischbettfilters vollständig voneinander getrennt werden und die ausserhalb des Zusatzbehälters durchgeführte Regenerierkomponente innerhalb des Filterbehälters als Aufwärtsgegenstromregenerierung zusammen mit einer Aufwärtsgegenstromregenerierung eines sich in demselben Filterbehälter über einem flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden anschliessenden Vorfilters erfolgt.

Damit erspart man sich nicht nur einen gesonderten Regenerierbehälter, sondern auch einen zweiten Zusatzbehälter für das Entmischen der beiden Ionenaustauschmaterialien. Der einzige ergänzend zum Filterbehälter erforderliche Zusatzbehälter kann zudem drucklos betrieben werden, offen sein und aus Kunststoff bestehen, was ihn besonders preiswert macht. Auch für den Filterbehälter des Mischbettfilters ergeben sich Kosteneinsparungen, weil er mit demjenigen des Vorfilters zu einer Einheit zusammengefasst ist. Zugleich vermindert sich der Aufwand an Armaturen zur gegenseitigen Verbindung der insgesamt benötigten Behälter. Eingespart werden ferner je eine Überschussmenge an Kationenaustauschmaterial und an Anionenaustauschmaterial für eine ausserhalb des Mischbettes verbleibende unreine Zwischenzone. Das stattdessen verwendete inerte Trennschichtmaterial ist vergleichsweise billig und führt zu einer lediglich geringen Volumensvergrösserung des Mischbettfilters. Die Einbeziehung der einen Komponente des Regenerierens des Mischbettfilters in die Aufwärtsgegenstromregenerierung des Vorfilters bringt Einsparungen für eine der beiden Regenerierchemikalien, da diese Regenerierkomponente sonst mit etwa dem doppelten Regeneriermittelüberschuss gefahren werden müsste.

Ein aufgrund der in den Unteransprüchen angegebenen Erfindungsausgestaltungen bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der schematischen Zeichnung durch das schrittweise modifizierte Behälterpaar dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 das Behälterpaar in der dem erfindungsgemässen Regenerierverfahren vorausgehenden Beladephase,

Fig. 2 das Überführen der drei Mischbettbestandteile vom Filterbehälter in den Zusatzbehälter,

Fig. 3 das Entmischen der drei Mischbettbestandteile innerhalb des Zusatzbehälters,

Fig. 4 das Zurückführen des einen Ionenaustauschmaterials in den Filterbehälter,

Fig. 5 das Beaufschlagen der beiden Ionenaustauschmaterialien mit Regeneriermittel und

Fig. 6 das strukturelle Wiederherstellen des sich unter dem Vorfilter anschliessenden Mischbettfilters.

Das in der Filter-Beladephase (s. Fig. 1) zu behandelnde Rohwasser wird dem säulenförmig aufragenden Filterbehälter 10 an dessen oberem Leitungsanschluss 11 zugeführt, durchwandert von dort aus im Abwärtsstrom nacheinander das Ionenaustauschmaterial des Vorfilters 12, den flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 13, den Mischbettfilter 14 und den weiteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 15 und verlässt dann als Gutwasser den Filterbehälter 10 an dessen unterem Leitungsanschluss 16. Noch 10 bevor dicht über dem unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 15 eine Erschöpfung des Ionenaustauschmaterials eintritt, wird die Beladephase durch die Signaländerung aus einer elektrischen Differenz-Leitfähigkeitsmessung automatisch beendet.

Anschliessend (s. Fig. 2) wird mit Hilfe von Transportwasser das gesamte Material des Mischbettfilters 14 aus dem Filterbehälter 10 an dessen im Bereich des unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenbodens 15 liegenden Materialausgang 17 abgezogen und dem Zusatzbehälter 18 über dessen oberen Leitungsanschluss 19 zugeführt. Das Transportwasser erreicht das zu transportierende Material über den unteren Leitungsanschluss 16 des Filterbehälters 10 und den unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 15 des Filterbehälters 10 und verlässt das transportierte Material über den flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 20 des Zusatzbehälters 18 und den unteren Leitungsanschluss 21 des Zusatzbehälters 18.

Im nächsten Verfahrensschritt (s. Fig. 3) werden die drei Mischbettbestandteile innerhalb des Zusatzbehälters 18 mittels aufströmenden Wassers infolge unterschiedlichen spezifischen Gewichts entmischt. Das Wasser tritt hierbei über den unteren Leitungsanschluss 21 in den Zusatzbehälter 18 ein und über den oberen Leitungsanschluss 19 aus dem Zusatzbehälter 18 aus. Am Ende des Vorgangs haben sich eine obere Schicht aus dem leichten Anionenaustauschmaterial 22, eine Zwischenschicht aus dem mittelschweren Trennschichtmaterial 23 und eine untere Schicht aus dem schweren Kationenaustauschmaterial 24 gebildet, wobei die Übergänge an den Schichtgrenzen fliessend sind. Infolge der Hinzunahme des inerten Trennschichtmaterials 23 wird die zwischen der Reinzone aus Anionenaustauschmaterial 22 und der Reinzone aus Kationenaustauschmaterial 24 entstehende unreine Zwischenzone so verändert, dass sich das Anionenaustauschmaterial 22 und das Kationenaus-

tauschmaterial 24 durch eine in der Trennschicht vorgenommene Zweiteilung des gesamten Materials des Mischbettfilters 14 vollständig voneinander trennen lassen. Bei einem hinreichend schlanken Zusatzbehälter 18 reicht es aus, wenn der Anteil des Trennschichtmaterials 23 am Volumen des Mischbettfilters 14 fünfzehn bis zwanzig Prozent beträgt.

Die Zweiteilung des gesamten Materials des Mischbettfilters 14 ist im vorliegenden Fall mit dem Zurückführen des Anionenaustauschmaterials 22 in den Filterbehälter 10 verbunden (s. Fig. 4). Zu diesem Zweck wird mit Hilfe von Transportwasser an dem in Teilungshöhe befindlichen Materialausgang 25 des Zusatzbehälters 18 sukzessive das darüber befindliche Material abgezogen und dem Filterbehälter 10 über dessen dicht unter dem oberen flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 13 liegenden Materialeingang 26 zugeführt. Das Transportwasser erreicht das zu transportierende Material über den unteren Leitungsanschluss 21 des Zusatzbehälters 18 und den flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 20 des Zusatzbehälters 18 und verlässt das transportierte Material über den unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden 15 des Filterbehälters 10 und den unteren Leitungsanschluss 16 des Filterbehälters 10. Die nach dem Entmischen zunächst stattfindende Teilentleerung des Zusatzbehälters 18 wird demnach weit oberhalb von dessen unterem Ende im Bereich der Trennschicht vorgenommen. Dazu gehört, dass der Vorfilter 12 aus einem gleichen oder anderen Anionenaustauschmaterial besteht, um die ausserhalb des Zusatzbehälters 18 durchzuführende Regenerierkomponente des Mischbettfilters 14 mit der Aufwärtsgegenstromregenerierung des Vorfilters 12 zu vereinen. Dies eröffnet wiederum Kostenvorteile für eine Vollentsalzungsanlage, bei der dem Vorfilter 12 ein Kationenaustauschmaterial enthaltender anderer Filterbehälter vorgeschaltet ist.

Während das mit inertem Trennschichtmaterial 23 durchsetzte Anionenaustauschmaterial 22 des Mischbettfilters 14 innerhalb des Filterbehälters 10 mit Lauge im Aufwärtsgegenstrom beaufschlagt wird, wird das zusammen mit inertem Trennschichtmaterial 23 im Zusatzbehälter 18 verbliebene Kationenaustauschmaterial 24 des Mischbettfilters 14 mit Säure im Abwärtsstrom behandelt (s. Fig. 5), um im Zusatzbehälter 18 ohne eine Dränage auszukommen. Die im Filterbehälter 10 vorgesehene Dränage 27 zum Abführen der verbrauchten Lauge befindet sich etwas unter dem obersten Niveau des allein aus Anionenaustauschharz bestehenden Vorfilters 12. Da die frische Lauge nach dem Passieren des unteren Leitungsanschlusses 16 des Filterbehälters 10 und des unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenbodens 15 des Filterbehälters 10 zunächst auf das Anionenaustauschmaterial 22 des Mischbettfilters 14 trifft, ist dort die Regenerierwirkung besonders intensiv. Die Regeneriermittellösungen werden schliesslich durch nachfolgendes Waschwasser verdrängt. Für ein gelegentliches Befreien des Vorfilters 12 von den Filterwiderstand vergrössernden Schmutzablagerungen ist durch eine Überhöhung des Filterbehälters 10 der übliche Rückspülraum bereitgehalten. Dem Mischbettfilter 14 wird ein Rückspülraum durch eine Überhöhung des Zusatzbehälters 18 geboten. Zur weiteren Verbilligung des apparativen Aufwandes ist als Zusatzbehälter 18 ein oben offener Behälter aus Kunststoff verwendet.

Beim das Trennschichtmaterial 23 mit einbeziehenden Wiedervereinigen (s. Fig. 6) des Kationenaustauschmaterials 24 und des Anionenaustauschmaterials 22 zum Mischbettfilter 14 wird eine dicht unter dem Zwischenboden 13 in den Filterbehälter 10 einmündende Mischleitung 28 zugleich vom unteren Ende des Filterbehälters 10 und vom unteren Ende des Zusatzbehälters 18 her gespeist. Die Mischleitung 28 beginnt an der Zusammenführung des im Bereich des unteren flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenbodens 15 liegenden Materialausgangs 17 des Filterbehälters 10 und des im Bereich des flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenbodens 20 liegenden unteren Materialausgangs 29 des Zusatzbehälters 18 und endet am Materialeingang 26 des Filterbehälters 10. Während der Restentleerung des Zusatzbehälters 18 wird wie bei der vorausgegangenen Teilentleerung dem Zusatzbehälter 18 über seinen unteren Leitungsanschluss 21 Transportwasser zugeführt und vom Filterbehälter 10 über dessen unteren Leitungsanschluss 16 Transportwasser in entsprechender Menge abgeschieden. Mit Hilfe der Mischleitung 28 wird der Rücktransport des Kationenaustauschmaterials 24 mit dem Rückmischvorgang zum strukturellen Wiederherstellen des Mischbettfilters 14 verbunden. Die Qualität der Durchmischung des Kationenaustauschmaterials 24, des Anionenaustauschmaterials 22 und des inerten Trennschichtmaterials 23 wird dadurch gesteigert, dass der über die Mischleitung 28 stattfindende Materialumlauf weit über die Zeit der Restentleerung des Zusatzbehälters 18 hinaus andauert. Zusätzlich wird der Rückmischvorgang durch einen dicht unter dem Zwischenboden 13 rotierenden Verteilarm 30 unterstützt, um das Rückmischen zu beschleunigen und den zwischen den beiden als Düsenböden ausgebildeten Zwischenböden 13 und 15 vorhandenen Raum möglichst gut zur Unterbringung des Mischbettfilters 14 auszunutzen, ohne dass der bestimmungsgemässe Betrieb des Mischbettfilters 14 durch das dann nicht angetriebene Hilfsorgan merklich beeinträchtigt ist.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Regenerieren eines Ionenaustausch-Mischbettfilters, bei dem das Kationenaustauschmaterial (24) und das mit diesem vermischte Anionenaustauschmaterial (22) nach der Beladephase aus dem Filterbehälter (10) in einen Zusatzbehälter (18) befördert und dort mittels aufströmender Flüssigkeit infolge unterschiedlichen spezifischen Gewichts zu zwei Reinzonen und einer unreinen Zwischenzone entmischt werden, anschliessend das Ionenaustauschmaterial der einen Reinzone innerhalb des Zusatzbehälters (18) und das Ionenaustauschmaterial der anderen Reinzone ausserhalb des Zusatzbehälters (18) seinem jeweiligen Regeneriermit-

tel ausgesetzt wird und danach diese Ionenaustauschmaterialien wieder zum Mischbettfilter (14) vereinigt werden, dadurch gekennzeichnet, dass das Kationenaustauschmaterial (24) und das Anionenaustauschmaterial (22) mit Hilfe eines Trennschichtmaterials (23), welches im Mischbettfilter (14) als dritter Bestandteil eingemischt ist, im Zusatzbehälter (18) aufgrund seines spezifischen Gewichts eine Trennschicht bildet und am Ionenaustausch nicht teilnimmt, durch eine in der Trennschicht vorgenommene Zweiteilung des gesamten Materials des Mischbettfilters (14) vollständig voneinander getrennt werden und die ausserhalb des Zusatzbehälters (18) durchgeführte Regenerierkomponente innerhalb des Filterbehälters (10) als Aufwärtsgegenstromregenerierung zusammen mit einer Aufwärtsgegenstromregenerierung eines sich in demselben Filterbehälter (10) über einem flüssigkeitsdurchlässigen Zwischenboden (13) anschliessenden Vorfilters (12) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorfilter (12) aus Anionenaustauschmaterial besteht und die nach dem Entmischen zunächst stattfindende Teilentleerung des Zusatzbehälters (18) weit oberhalb von dessen unterem Ende im Bereich der Trennschicht vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim das Trennschichtmaterial (23) mit einbeziehenden Wiedervereinigen des Kationenaustauschmaterials (24) und des Anionenaustauschmaterials (22) zum Mischbettfilter (14) eine dicht unter dem Zwischenboden (13) in den Filterbehälter (10) einmündende Mischleitung (28) zugleich vom unteren Ende des Filterbehälters (10) und vom unteren Ende des Zusatzbehälters (18) her gespeist wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der über die Mischleitung (28) stattfindende Materialumlauf weit über die Zeit der Restentleerung des Zusatzbehälters (18) hinaus andauert.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückmischvorgang durch einen dicht unter dem Zwischenboden (13) rotierenden Verteilarm (30) unterstützt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Zusatzbehälter (18) ein oben offener Behälter aus Kunststoff verwendet ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Trennschichtmaterials (23) am Volumen des Mischbettfilters (14) fünfzehn bis zwanzig Prozent ausmacht.

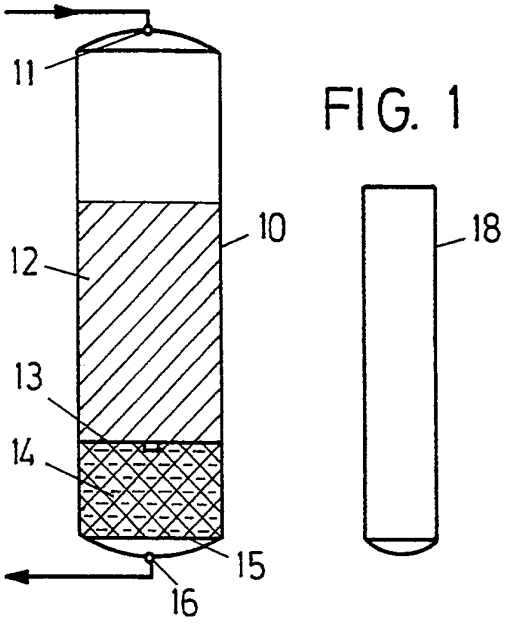


FIG. 1

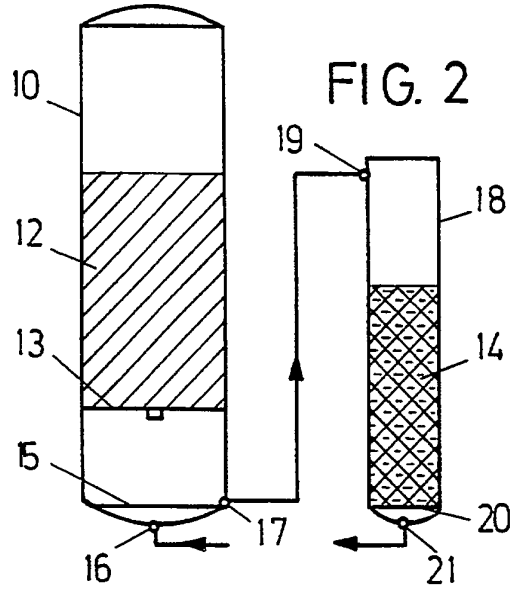


FIG. 2

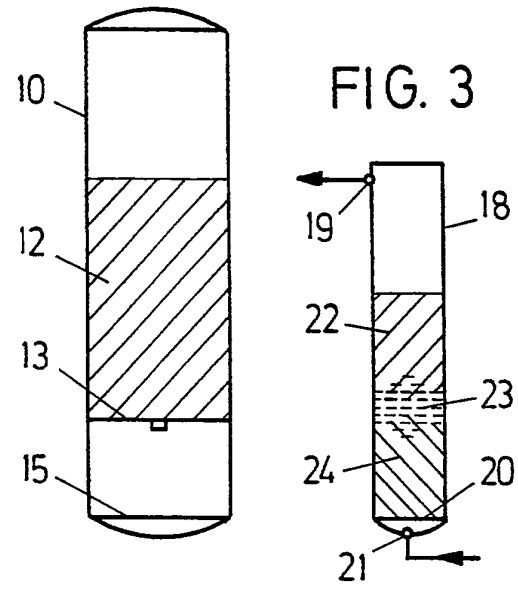


FIG. 3

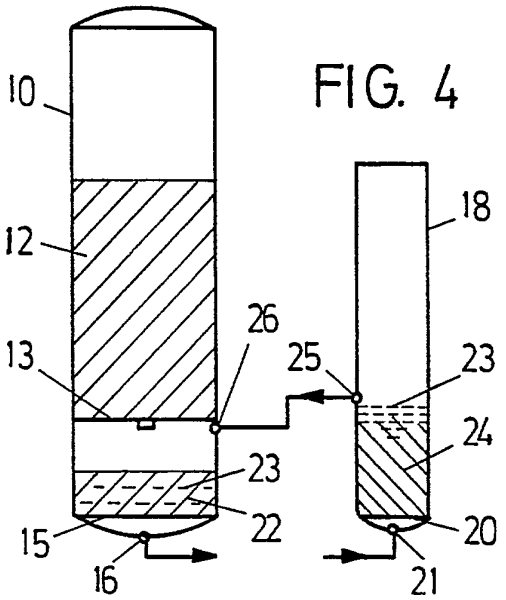


FIG. 4

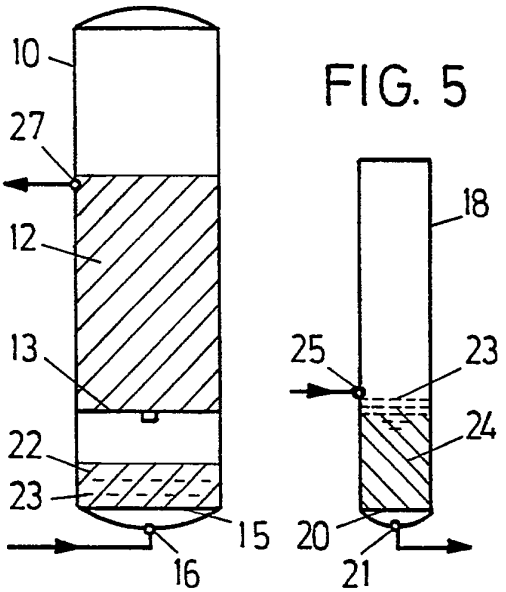


FIG. 5

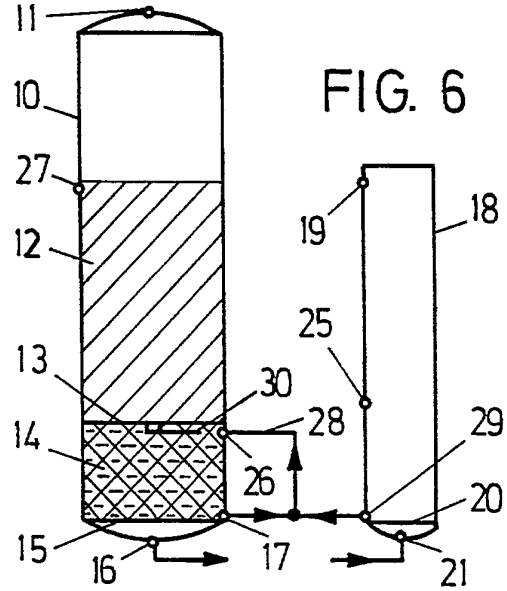


FIG. 6