

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. September 2010 (02.09.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/097401 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B01D 61/14* (2006.01) *B01D 63/16* (2006.01)  
*B01D 61/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/052323
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Februar 2010 (24.02.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 010 484.4  
25. Februar 2009 (25.02.2009) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GEA Westfalia Separator GmbH** [DE/DE]; Werner-Habig-Straße 1, 59302 Oelde (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HAMATSCHEK, Jochen** [DE/DE]; Franz-Hitze-Str. 12, 59302 Oelde (DE). **OLAPINSKI, Hans** [DE/DE]; Karlstr. 13, 73773 Aichwald (DE).
- (74) Anwälte: **SPECHT, Peter** et al.; Am Zwinger 2, 33602 Bielefeld (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FILTRATION METHOD AND DEVICE

(54) Bezeichnung : FILTRATIONSVERFAHREN UND -VORRICHTUNG

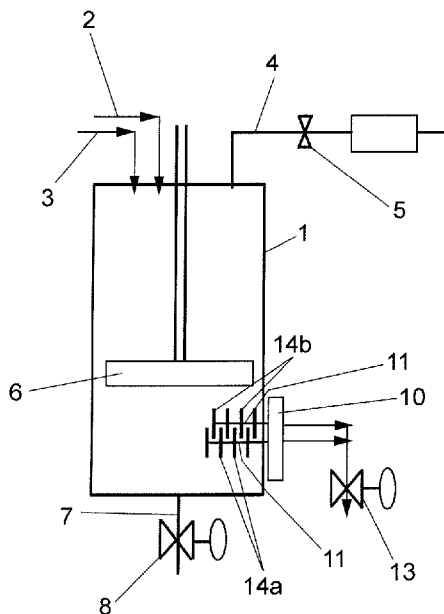


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a filtration method having a filtration device with a process tank (1) into which a feed (2) for supplying a medium to be processed, in particular a fermentation broth to be filtered, empties, wherein at least one filtration arrangement (9) is arranged in the process tank (1) and wherein the process tank (1) has at least one drain and is designed such that the filtration of the medium to be filtered can be carried out with the retentate remaining in the process tank (1) until the retentate is drained after completion of the filtration, having the following process steps: a) the process tank (1) is filled with the medium to be filtered and a pre-defined trans-membrane pressure is created on the at least one membrane filtration arrangement (9); b) the medium, in particular the fermentation broth, in the process tank (1) is filtered by the membrane filtration arrangement (9) until a pre-defined limit value of solid material, in particular of biomass, is reached in the mass fraction.

(57) Zusammenfassung: Ein Filtrationsverfahren mit einer Filtrationsvorrichtung mit einem Prozesstank (1), in den wenigstens eine Zuführung (2) zur Zuleitung eines zu verarbeitenden Mediums, insbesondere einer zu filtrierenden Fermentationsbrühe, mündet, wobei in dem Prozesstank (1) wenigstens eine Filtrationsanordnung (9) angeordnet ist und wobei der Prozesstank (1) wenigstens einen Ablauf aufweist und derart ausgelegt ist, dass die Filtration des zu filtrierenden Mediums unter Verbleib des Retenats im Prozesstank

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/097401 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

(1) bis zu einem Ablassen des Retentats nach dem Beenden der Filtration durchführbar ist, weist folgenden Verfahrensschritte auf: a) der Prozesstank (1) wird mit dem zu filtrierenden Medium befüllt und an der wenigstens einen Membran-Filtrationsanordnung (9) wird ein vorgegebener Transmembrandruck erzeugt; b) das Medium, insbesondere die Fermentationsbrühe, in dem Prozesstank (1) wird mit den Membran-Filtrationsanordnungen (9) filtriert, bis ein vorgegebener Grenzwert des Masseanteils an Feststoff, insbesondere des Biomasseanteils, erreicht wird.

5

## Filtrationsverfahren und -vorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Filtrationsverfahren und eine Filtrationsvorrichtung zur Filtration eines fließfähigen Mediums, insbesondere einer fließfähigen Fermentationsbrühe.

10

Es ist an sich bekannt, mittels einer Cross-Flow-Filtration ein fließfähiges Medium wie eine Fermentationsbrühe zu filtrieren, wobei man ein Retentat und ein Permeat erhält.

Da es sich bei biotechnologischen Medien oftmals um empfindliche, sehr schonend zu behandelnde Produkte handeln kann, besteht der Bedarf nach einem Verfahren und einer Filtrationsvorrichtung zur Filtration von fließfähigen Medien, insbesondere von Fermentationsbrühen, mit welchen die eigentliche Filtration in ebenfalls besonders schonender Weise durchgeführt wird. Zudem muß das Verfahren bei oder unterhalb von kritischen Flußbedingungen durchgeführt werden, um eine konstante Kapazität und einen hohen Produktdurchsatz sicherzustellen.

Zum Stand der Technik werden die US 52 54 250 A, die US 71 62 622 B2, die US 2008 / 0073264 A1 und die US 6,461,503 B1 sowie die Patent Abstracts of Japan JP 05-2 20 499 A, die JP 06-2 38 134 A, die JP 07 – 2 89 861 A und die JP 09 – 3 23 030 A genannt.

Zum Stand der Technik wird die US 6,461,503 B1 genannt. Dort wird das zu filtrierende Medium mittels in einem Behältnis angeordneter, rotierender und sich bereichsweise überlappenden Filterscheiben filtriert, wobei das Permeat und das Retentat ständig aus dem Behälter abgeleitet werden. Die Abmessungen des Behältnisses entsprechen in etwa den Abmessungen der Filtrieranordnung im Behältnis. Das Behältnis ist auf die Durchflussbedingungen an den Filterscheiben abgestimmt und wird in der Regel über einen dem Behältnis vorgeschalteten Prozesstank beschickt.

35

5

Die Erfindung hat vor diesem Hintergrund die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Filtration fließfähiger Medien, insbesondere vor Fermentationsbrühen, zu schaffen, mit denen die Filtration mit relativ geringem apparativem Aufbau besonders Produkt schonend durchführbar ist sowie unter geringen oder bei kritischen Flußbedingungen (niedriger Transmembrandruck).

10

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1. Sie schafft ferner die Filtrationsvorrichtung des Anspruchs 14 und den Gegenstand der Ansprüche 24 bis 26.

15

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die an sich separat erforderlichen Komponenten Prozesstank und Filtrationsanordnung zusammengefasst werden, indem die eine oder die mehreren Filtrationsanordnungen direkt in einen Prozesstank integriert werden. Der Prozesstank mit der wenigstens einen Filtrationsanordnung bildet im Zusammenspiel im Sinne dieser Beschreibung eine vorzugsweise pumpenfreie „Filtrationsvorrichtung“, die vorteilhaft durch eine Rührvorrichtung zur Erzeugung definierter Strömungsverhältnisse im Prozesstank während der Filtration und/oder eine Einrichtung zur Erzeugung eines konstanten sowie vorzugsweise niedrigen und gleichmäßigen Transmembrandrucks an der Filtrationsanordnung im Prozesstank ergänzt wird. Mehrere der zusammen geschalteten Filtrationsvorrichtungen bilden im Kontext dieser Beschreibung eine Filtrationsanlage. Mit Transmembrandruck wird die Druckdifferenz zwischen der Unfiltratseite, der Retentatseite, und der Filtratseite, der Permeatseite, bezeichnet.

20

25

Sowohl die aufkonzentrierte Biomasse als auch das Permeat können einen ggf. weiterzuverarbeitenden Wertstoff bilden.

30

Die Filtrationsvorrichtung weist einen vorzugsweise rundum geschlossenen tankartigen Behälter – nachfolgend „Prozesstank“ genannt auf, in den eine oder mehrere Zuleitungen münden und in dem die Filteranordnung, vorzugsweise die wenigstens eine Membranfilteranordnung angeordnet ist, wohingegen dem Abfluss ein Schließventil

35

5 zugeordnet ist, so dass der Abfluss von Retentat während der Filtration gestoppt werden kann, bis das Schließventil freigegeben wird.

Die Erfindung ist hervorragend zur schonenden Filtration verschiedenster Medien, insbesondere von Fermentationsbrühen auf tierischer und pflanzlicher Basis, bevor-  
10 zugt von tierischen Zellen, insbesondere von Säugetierzellen, geeignet, welche in dem vorzugsweise geschlossenen Prozesstank besonders schonend verarbeitet werden.

Der Aufbau kann entweder als eine einstufige beschickende (single batch) oder eine Fed-batch Fermentation oder als kontinuierlicher Fermentationsprozess ausgelegt wer-  
15 den. Da die keramischen Filterscheiben (dampf)gehärtet ausgelegt sein können (autoclaved), ist es auch möglich, die Filtrationsvorrichtung direkt im Prozess- bzw. Fermentationstank anzuordnen.

Dabei wird zunächst vorzugsweise eine Aufkonzentration durchgeführt und dann eine  
20 Diafiltration im Sinne einer Waschung unter Ersatz abzogener Flüssigkeit durch eine andere Flüssigkeit. Sodann wird der Prozesstank geleert und zusammen mit der Filtrationsvorrichtung gereinigt.

Das Filtrationsverfahren kann bei einem konstanten Transmembrandruck (TMP) oder  
25 einem konstanten Permeatfluß durchgeführt werden. Wenn ein konstanter Permeatfluß gewählt wird, steigt der Transmembrandruck während eines Konzentrationszyklus bzw. während einer Konzentrationsstufe an. Der konstante Permeatfluß muß daher moderat und genau definiert sein, um zu verhindern, dass der Transmembrandruck den maximal erlaubten Temperaturwert übersteigt.

30 In Hinsicht auf die Vorrichtung ist die wenigstens eine Filtrationsanordnung nach einer Variante vorzugsweise derart in dem Prozesstank angeordnet und der Tank ist derart ausgelegt und mit dem zu filtrierenden Medium befüllbar, dass durch das Medium direkt eine Flüssigkeitssäule erzeugt wird, die einen konstanten Transmembrandruck  
35 von beispielsweise mehr als 0, 2 bar, insbesondere 0, 3 bar an den Membran-Filterscheiben erzeugt.

5

Alternativ und/oder ergänzend kann der konstante Transmembrandruck auch durch eine Druckbeaufschlagung des Prozesstanks mit einem Fluid wie einem Gas erzeugt werden. Der genannte Druckbereich hat sich für die Filtration von Fermentationsbrühen als besonders vorteilhaft erwiesen. Erreichbar ist er auf einfache Weise dadurch, dass eine entsprechend hohe Flüssigkeitssäule erzeugt wird, so dass der Prozesstank vorzugsweise einige Meter hoch ist. Denkbar wäre es auch, auf andere Weise eine Druckdifferenz zu erzeugen, so durch Unterdruck bzw. durch ein Absaugen von Filtrat aus dem Prozesstank. Der Ablauf aus dem Prozesstank wird vorzugsweise verschließbar gestaltet.

15

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Insbesondere wird es möglich, die in den Verfahrensansprüchen beschriebenen vorteilhaften Verfahrensvarianten zu realisieren.

20 Bevorzugt sind die Hohlwellen der Filtrationsanordnungen horizontal ausgerichtet, wobei die Hohlwellen mit den Membranfilterscheiben dann vorzugsweise vom Außenumfang des Prozesstanks in diesen hineinragen. Durch diese Anordnung sind die Filtrationsanlagen besonders gut zugänglich und leicht handhabbar und die Druckdifferenz in der Flüssigkeitssäule ist, wenn der Transmembrandruck durch eine Flüssigkeitssäule erzeugt wird, über die Höhe der Filtrationsvorrichtung hinweg relativ gering.

Es kann alternativ auch sinnvoll sein, die Hohlwellen mit den Membranfilterscheiben vertikal auszurichten und sie von der Grundseite oder der Oberseite des Prozesstanks her in den Prozesstank hinein ragen zu lassen. Diese Auslegung bietet den Vorteil, dass auf engem Raum dicht nebeneinander eine Mehrzahl der Filtrationsanordnungen im Prozesstank unterbringbar ist. Die Rührereinrichtung wird dann vorzugsweise entsprechend an der jeweils gegenüberliegenden Seite, d.h. der Oberseite oder der Grundseite angeordnet.

35

- 5 Vorzugsweise wird während der Filtration, insbesondere der Diafiltration des Schritts c) ein konstanter Transmembrandruck an den Filtrationsscheiben von mehr als 0,2 bar aufrecht erhalten und weiter bevorzugt wird während der Filtration, insbesondere der Diafiltration des Schritts c) ein konstanter Transmembrandruck an den Filtrations-
- 10 scheiben von weniger als 5bar, insbesondere weniger als 1 bar, aufrecht erhalten.

10

Konstanter Transmembrandruck meint hier insbesondere den Druck innerhalb einer für den Prozess zulässigen und technisch realisierbaren Toleranzgrenze. Analoges gilt für den konstanten Permeatfluß.

- 15 Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Filtrations-

20 vorrichtung;

Fig. 2 eine schematisch dargestellte Filtrationsanlage, die mehrere der Filtra-

25 tionsvorrichtungen aus Fig. 1 aufweist; und

Fig. 3 bis 8 eine schematische Darstellung aufeinander folgender Schritte eines erfindungsgemäßen Filtrationsverfahrens mit der Filtrationsanlage aus Fig. 1.

- 25 Figur 1 zeigt eine Filtrationsvorrichtung, die vorzugsweise einen Teil einer übergeordneten Filtrationsanlage darstellt, wie sie in Figur 2 abgebildet ist.

Diese Filtrationsanlage kann wiederum beispielsweise einen Abschnitt einer übrigen, hier nicht dargestellten Fabrikationsanlage zur Herstellung von biotechnischen Pro-

30 dukten wie beispielsweise biotechnisch hergestellten Arzneimitteln bilden.

- Die Filtrationsvorrichtung weist einen rundum geschlossenen tankartigen Behälter 1 zur Aufnahme von Filtrationsanordnungen 9 und eines zu filtrierenden Mediums im Batchbetrieb auf – nachfolgend „Prozesstank 1“ genannt, auf, in den eine oder mehrere
- 35 Zuleitungen 2, 3 münden.

5    Wenigstens eine der Zuleitungen 2 dient zur Zuleitung einer Fermentationsbrühe in den Prozesstank 1.

Entweder dieselbe Zuleitung oder eine weitere Zuleitung 3 ermöglicht dagegen das Einleiten einer Reinigungsflüssigkeit zur Durchführung einer Reinigung, insbesondere  
10    einer CIP-Reinigung, in den Prozesstank 1.

Eine optionale weitere Zuleitung 4 ermöglicht es, den Prozesstank 1 mit Luft oder Gas, insbesondere Inertgas, ggf. unter Druck, zu beaufschlagen, wozu in die Zuleitung ein Ventil 5 geschaltet ist.

15

Wie in Figur 1 weiter zu erkennen, ist der Prozesstank 1 ferner vorzugsweise mit einer Einrichtung zur Erzeugung einer Strömung im Prozesstank, beispielsweise einer Rühr-  
einrichtung 6, versehen.

20    Bevorzugt an seinem unteren vertikalen Ende weist der Prozesstank 1 ferner wenigstens einen Ablauf 7 auf, mit dem er entleerbar ist. In den Ablauf 7 ist ein Ablaufventil 8 geschaltet.

In dem Prozesstank 1 ist zudem wenigstens eine Membran-Filtrationsanordnung 9 angeordnet, die wiederum wenigstens eine, zwei oder mehr drehbare Wellen 11 von mindestens einem Antrieb aufweist. Der Antrieb ist hier an einer Flanschplatte 10 angeordnet.

Die Wellen 11 sind als Hohlwellen ausgebildet, durch welche filtrierte Flüssigkeit  
30    bzw. Filtrat durch eine Ableitung 12 mit einem Ventil 13 aus dem Tank geleitet wird. Auf den Wellen 11 sind jeweils Membranfilterscheiben 14 angeordnet.

Ist nur eine Hohlwelle mit axial beabstandeten Membranfilterscheiben 14 vorgesehen, kann eine weitere stillstehende Welle vorgesehen sein, auf der stillstehende (nicht filternd wirkende) Scheiben angeordnet sind, welche in die Zwischenräume der  
35

5 Membranfilterscheiben ragen, um derart geeignete Strömungsverhältnisse zur Filtration an den Membranfilterscheiben der einen Hohlwelle zu erzeugen (nicht dargestellt).

Durch modularen Aufbau der Filtrationsanordnungen kann die erforderliche Filtrationsfläche produktabhängig für eine optimale Fahrweise angepasst werden.

10

Es ist vorteilhaft, jeweils zwei der Hohlwellen gemeinsam anzutreiben. Die Flanschplatte 10 dient auch dazu, eine Öffnung in Behälter zu verschließen, durch welche die Membranfilterscheiben horizontal in den Prozesstank geschoben werden. Es ist beispielsweise denkbar, umfangsverteilt zwei oder mehr Öffnungen in dem Prozesstank vorzusehen, die dazu dienen, je nach Bedarf wahlweise entsprechend viele der Filtrationsanordnungen in den Prozesstank einzuschieben (hier nicht dargestellt).

15

Jede der Wellen ist mit einer Mehrzahl von axial auf den Wellen 11 beabstandet angeordneten Membranfilterscheiben 14 versehen, wobei die Anordnung derart gewählt ist, dass sich die Membranfilterscheiben 14a der einen Welle 11 und die Membranfilterscheiben 14b der anderen Welle 11 radial zumindest abschnittsweise überlappen. Die Membranfilterscheiben können einen Aufbau mit einer inneren Hohlkammer, die in die Hohlwelle mündet, aufweisen, wie er aus der US 6,461,503 B1 bekannt ist. Sie können ferner aus Materialien bestehen, wie sie in der US 6,461,503 beschrieben sind. Der Begriff des „Membranfilters“ ist insofern nicht zu eng zu fassen.

25

Die Wellen 11 sind bei dem gewählten Ausführungsbeispiel vorzugsweise horizontal ausgerichtet, da sie derart gut in dem Prozesstank 1 unterbringbar sind, ohne vertikal zu hoch zu bauen und da sie sich derart vorzugsweise nur über eine relativ geringe vertikale Höhe erstrecken, so dass die Druckdifferenz in der zu filtrierenden Flüssigkeit über die Höhe der Filtrationsanordnung hinweg relativ gering ist.

30

Nach Figur 1 ist nur eine Membran-Filtrationsanordnung 9 im Prozesstank 1 angeordnet.

35

5 Es ist aber auch möglich, z.B. auf die weiter oben beschriebene Weise mehrere der Membran-Filtrationsanordnungen 9 im Prozesstank 1 anzuordnen. Die gewählte Anordnung stellt sicher, dass im Bereich der Filtrationsanordnungen ein relativ konstanter Transmembrandruck an den verschiedenen Stellen der Filterscheiben herrscht. Der notwendige Transmembrandruck kann durch Druckbeaufschlagung mit einem Gas,  
10 durch eine Flüssigkeitssäule und/oder durch Unterdruck und Permeatrückdruck (V13 in Fig. 1) erzeugt werden.

Ein derartiges Ausführungsbeispiel ist in Figur 2 dargestellt, wo je Prozesstank 1 zwei der Membran-Filtrationsanordnungen 9 dargestellt sind.

15

Es ist zudem auch denkbar, dass jede der Membran-Filtrationsanordnungen 9 mehr als zwei der Hohlwellen 11 aufweist, die miteinander überlappenden Membranfilterscheiben 14 versehen sind.

20 Nach Figur 2 sind die Membran-Filtrationsanordnungen 9 jeweils im unteren Bereich der vorzugsweise zylindrisch ausgebildeten, vertikal ausgerichteten Prozesstanks angeordnet.

In einer bevorzugten Ausführung weist der Prozesstank 1 eine Höhe von mehreren  
25 Metern auf. Vorzugsweise ist er so groß, dass er mindestens drei Meter hoch oberhalb der Filtrationsanordnung(en) 9 mit der Fermentationsbrühe befüllbar ist. Sein Durchmesser liegt vorzugsweise bei mehr als 1 m, insbesondere bei mehr als 1,5 m.

Die Darstellung der Figur 1 gibt insofern die bevorzugte horizontale und vertikale  
30 Ausrichtung der Filtrationsanordnung(en) in dem Prozesstank 1 wieder.

Die Funktion der Filtrationsanordnung 9 ist wie folgt:

Zu filtrierendes Medium strömt an den sich drehenden Membranfilterscheiben 14 vor-  
35 bei, wobei das Filtrat in die Hohlkammern der als Doppelscheiben z.B. nach Art der US 6,461,503 B1 ausgebildeten Membranfilterscheiben 14 eintritt und durch die

5 Hohlwellen 11 und die diesen nachgeschaltete Ableitung 12 aus dem Tank geleitet wird.

Durch bei der Filtration zurückgehaltene Partikel würde sich an sich eine Schicht auf den Membranfilterscheiben 14 bilden, die aber aufgrund des zumindest teilweise ra-  
10 radialen Überlappens der Membranfilterscheiben 14 und der Drehung der Membranfilterscheiben 14 durch die entstehenden Strömungsverhältnisse und Turbulenzen jedenfalls teilweise wieder von den Membranfilterscheiben 14 gelöst wird, so dass die Filtrationswirkung über einen langen Zeitraum erhalten bleibt.

15 Anders als nach der US 6,361,503 ist allerdings kein Retentatabfluß vorgesehen sondern es erfolgt eine Filtration des zu filtrierenden Medium mit einer sofortigen Ableitung des Permeats, wohingegen das Retentat während der weiteren Filtration in dem Prozesstank 1 verbleibt. Das Retentat wird vielmehr erst nach dem Beenden der Filtra-  
20 tion aus dem Prozesstank 1 abgelassen. Da das Retentat während der Filtration im Prozesstank verbleibt, ergibt sich eine Aufkonzentration der Feststoffanteile im Prozesstank. Optional kann während der Filtration weitere Flüssigkeit zugesetzt werden.

Produktbelastende Pumpvorgänge zu einem separat angeordneten Filter, bei denen die Gefahr von Zellbeschädigungen besteht, müssen nicht durchgeführt werden.

25 Um im Verfahren auch vorgeschaltete Pumpvorgänge zu vermeiden, empfiehlt sich die Anordnung des oder der vorgeschalteten Reaktionstanks oberhalb der Prozesstanks 1, so dass der Zulauf in die Prozesstanks 1 direkt aufgrund des Gefälles erfolgen kann.

Aus dem oben genannten Grund ist an sich kein echter kontinuierlicher Betrieb der  
30 pumpenfremen Filtrationsvorrichtung sondern nur ein Batchbetrieb möglich. Um dennoch eine industriell nutzbare kontinuierliche Anlage zu schaffen, ist es daher vorteilhaft, mehrere der Filtrationsvorrichtungen nach Fig. 1 zu einer übergeordneten Filtrationsanlage zu verschalten und dann die Filtration in den Prozesstanks 1 versetzt zueinander durchzuführen. Nachfolgend wird eine Variante eines derartigen Versatzes be-  
35 schrieben. Es sind aber alternative Versatzschemen denkbar.

- 5 Vorzugsweise besteht eine Filtrationsanlage aus mehreren der in Figur 1 dargestellten Filtrationsvorrichtungen. Eine derartige Ausgestaltung hat sich besonders bewährt, da sie einen quasikontinuierlichen Betrieb ermöglicht, was insbesondere bei industriellen Prozessen von Vorteil ist.
- 10 Bei dem in Figur 2 dargestellten besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel sind drei der Filtrationsvorrichtungen mit je einem Prozesstank 1 und zwei der im Prozesstank angeordneten Membran-Filtrationsanordnungen zu einer übergeordneten Filtrationsanlage zusammengeschaltet, wobei sie an eine gemeinsame Zulauf- und eine gemeinsame Ablaufleitung angeschlossen sind, die jeweils absperrbare Abzweige zu den einzelnen Prozesstanks aufweisen.
- 15

Figur 2 zeigt die Filtrationsanlage, die drei der Filtrationsvorrichtungen aufweist, die der Einfachheit halber mit FV1, FV2 und FV3 bezeichnet werden, und die jeweils einen der Prozesstanks 1 mit wenigstens einer Filtrationsanordnung 9 aufweisen.

20

Details wie die Röhreinrichtung 6, die Gaszuleitung 4 sowie einige andere Einzelheiten sind in Figur 2 nicht dargestellt, da diese Figur wie die weiteren Figuren in erster Linie dazu dient, das erfindungsgemäße Verfahren zu veranschaulichen.

- 25 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst der Prozesstank 1 der Filtrationsvorrichtung mit der Bezeichnung FV1 durch die Zuleitung 2 mit einer Fermentationsbrühe befüllt (siehe Figur 3).

- Nach einem bevorzugten Beispiel wird der Prozesstank 1 der Filtrationsvorrichtung FV1, der beispielhaft einen Durchmesser von 2 m aufweist und eine Höhe von ca. 5 m, bis zu einer Höhe von mindestens 3 m oberhalb des oberen Randes der Membran-Filtrationsanordnungen 9 befüllt, um einen konstanten Transmembrandruck TMP von z.B. ungefähr 0,3 bar im Bereich der Filtrationsanordnungen 9 bzw. der Membranfilterscheiben 14 durch die beim Befüllen im Prozesstank 1 entstehende Flüssigkeitssäule zu realisieren. Der sinkende Pegel im Zuge der Aufkonzentrierung führt zu einem veränderten hydrostatischen Druck, was insbesondere über Beaufschla-
- 30
- 35

5 gung mit Gasdruck ausgeglichen werden kann. Die Zulaufgeschwindigkeit beträgt beispielsweise zunächst ca. 4,5 bis 5 m<sup>3</sup>/h für eine Fermentationsbrühe aus Hefekulturen.

Der prozentuale Biomasseanteil  $V(\text{Biomasse})/V(\text{Fermentationsbrühe})$ , nachfolgend kurz: % V/V genannt; liegt zu Beginn beispielsweise zwischen 1 und 45 % beträgt.

10

Nach dem Befüllen des Prozesstanks 1 der Vorrichtung FV1 werden die Membran-Filtrationsanordnungen 9 in Betrieb genommen. Dabei wird die Fermentationsbrühe mit Röhreinrichtung 6 durchmischt. Es ist denkbar, zum Antrieb der Röhreinrichtung den Antrieb der Filtrationsanordnung 9 zu verwenden. In diesem Fall wären die

15 Rührmittel in Verlängerung von Hohlwellen 11 angeordnet.

Die durch die Filtration von den Membranscheiben 14 zurückgehaltenen Stoffe, das Retentat, verbleiben zunächst im Tank. Das Permeat fließt dagegen durch die Ableitung 12 ab. Es bildet den zu gewinnenden und ggf. weiterzuverarbeitenden Wertstoff des Prozesses (Fig. 4).

20

Durch das fortgesetzte Betreiben der Filtrationsanlage, vorzugsweise unter einem ständigen Ersatz des ablaufenden Flüssigkeitsvolumens, aus dem Prozesstank durch nachlaufende Fermentationsbrühe wird – siehe Figur 4 – der Biomasseanteil in der Fermentationsbrühe erhöht. Diese Filtration wird fortgesetzt, bis ein aufkonzentrierter Biomasse-Volumenanteil von beispielsweise 40 - 90 % V/V, vorzugsweise 60 – 70 % V/V in der Fermentationsbrühe erreicht ist. Das Zusetzen von weiterer Fermentationsbrühe bei der Aufkonzentration ist nicht zwingend erforderlich.

25

30 Das Permeat wird durch die Ableitungen 12 abgeleitet. Die Ableitungen 12 münden gemeinsam in einen Zwischentank 15, der als optionaler Zwischentank dient, der eine Weiterverarbeitungsstufe, z.B. einer weiteren Filtrationsstufe (optional) vorgeschaltet sein kann.

35 Aus der weiteren Filtrationsstufe kann Prozesswasser in einem Zwischentank zwischengespeichert werden. Es ist denkbar, das zwischengespeicherte Wasser jedenfalls

5 zum Teil über eine Zuleitung 16 in die Tanks 1 mit zurückzuleiten, so bei einem folgenden waschungsartigen Diafiltrationsschritt, der nachfolgend erörtert wird.

Das Aufkonzentrieren der Fermentationsflüssigkeit wird bis zu einem vorgegebenen Grenzwert an Biomasse-Konzentration fortgeführt, der z.B. bei mehr als 50% V/V  
10 Biomasseanteil liegt.

Sobald dieser Wert erreicht wird, startet – siehe Figur 5 – in der Filtrationsvorrichtung FV1 eine weitere Filtrationsstufe, die als waschungsartige Diafiltration durchgeführt wird.

15 Bei dieser Diafiltration wird keine weitere Fermentationsbrühe 1 in den Prozesstank 1 nachgefüllt sondern ablaufendes Permeat wird jedenfalls teilweise durch eine andere Flüssigkeit, vorzugsweise durch ggf. geeignet aufbereitetes Prozesswasser oder Puffer aus dem Permeat (Aufbereitungsstufe hier nicht dargestellt) ersetzt. Dabei wird vor-  
20 zugsweise weiter ein konstanter, vorzugebender Transmembrandruck an den Filtrations-  
onsscheiben 14 von z.B. 0, 3 bar aufrecht erhalten. Auch bei der Diafiltration wird zunächst das Retentat nicht abgeleitet sondern erst nach einem genügenden Waschvorgang unter Austausch der Flüssigkeit durch nachfließende Flüssigkeit.

25 Der Transmembrandruck an den Membranfilterscheiben 14 wird vorzugsweise während der beiden vorstehend erläuterten Filtrationsstufen auf mehr als 0,1 bar, besonders bevorzugt auf mehr als 0, 2 bar und ganz besonders bevorzugt zwischen 0, 2 und 0, 3 bar konstant gehalten. Der bevorzugte Prozesstankradius liegt bei mehr als 2 m, vorzugsweise bei mehr als 3 m.

30 Gleichzeitig zur Diafiltration im Prozesstank 1 der Filtrationsvorrichtung FV1 wird entsprechend zu Figur 3 in Fig. 5 durch die Zuleitung 3 das Befüllen des Prozesstanks 1 der zweiten Filtrationsvorrichtung mit der Bezeichnung FV2 gestartet.

35 Wie in Figur 6 veranschaulicht, wird nach dem Befüllen des Prozesstanks 1 der Filtrationsvorrichtung FV2 dort das Filtrieren und das Aufkonzentrieren der Fermentations-

5 brühe unter gleichzeitigem Nachbefüllen des Prozesstanks 1 mit Fermentationsbrühe gestartet. Die Diafiltration in der Filtrationsvorrichtung FV1 wird fortgesetzt.

Bei allen Filtrationsschritten wird vorzugsweise in der Flüssigkeit im Prozesstank 1 eine Bewegung durch Mischen erzeugt.

10

Wie aus Figur 7 ersichtlich, wird die Diafiltration in der Filtrationsvorrichtung FV1 schließlich nach Beenden der Diafiltration z.B. nach Erreichen bestimmter Grenzwerte gestoppt.

15 Sodann wird die Filtrationsvorrichtung FV1 entleert, wobei zunächst ein Entleeren von aufkonzentrierter Biomasse (Fig. 7: 7b) und dann ein Entleeren nach einem Reinigen des Prozesstanks und der Filtrationsanordnungen (CIP-Reinigung) (Fig. 8: 7a) erfolgen kann, was schematisch durch zwei verschiedene Abläufe 7a und 7b dargestellt ist. Die Biomasse wird ggf. einer weiteren Verwendung zugeführt.

20

In der Filtrationsvorrichtung FV2 wird nach diesem Beispiel gleichzeitig die Diafiltration gestartet. Ferner wird das Befüllen des Prozesstanks 1 der Filtrationsvorrichtung FV3 gestartet. Wie aus Figur 8 ersichtlich, startet in der Filtrationsvorrichtung FV1 sodann eine CIP-Reinigung (cleaning in place), wohingegen in der Filtrationsvorrichtung FV2 die Diafiltration fortgesetzt und in der Filtrationsvorrichtung FV3 die Filtrationsstufe der Aufkonzentration, vorzugsweise unter gleichzeitiger Nachführung von Fermentationsbrühe gestartet wird.

25

Die anhand der Fig. 1 bis 8 durchlaufenden Schritte werden nunmehr versetzt reihum in den drei Filtrationsvorrichtungen durchgeführt, um derart einen quasikontinuierlichen Betrieb zu ermöglichen.

30

Entsprechend werden reihum versetzt zueinander die Filtrationsvorrichtungen FV1, FV2 und FV3 mit folgenden Verfahrensschritten betrieben:

35 a) zunächst wird jeweils der Prozesstank 1 befüllt, bis der Transmembrandruck TMP in einem vorgegebenen Bereich liegt;

- 5        b) sodann erfolgt ein Filtrieren der Fermentationsbrühe in den Prozesstank 1 mit den Membranfiltrationsanordnungen 9, beispielweise unter gleichzeitigem Nachbefüllen des als Permeat ablaufenden Flüssigkeitsvolumens durch nachlaufende Fermentationsbrühe, bis ein vorgegebener Biomasseanteil % V/ V erreicht wird,
- 10        c) sodann erfolgt eine waschungsartige Diafiltration, bei der der Nachlauf an Fermentationsbrühe gestoppt und ablaufende Flüssigkeit durch Wasser, insbesondere aus dem Permeat mittels einer weiteren Aufbereitung, z.B. durch eine weitere Filtration, getrenntes Waschwasser, ersetzt wird,
- 15        d) sodann erfolgt ein Ablassen des Retentats aus dem Prozesstank und ggf. eine Reinigung des Prozesstanks 1.

Vorzugsweise laufen diese Schritte in den mehreren Filtrationsvorrichtungen versetzt zueinander ab.

- 20        Die Fig. 2 bis 8 beschreiben eine bevorzugte Filtrationsanlage, auf welche die Erfindung aber nicht beschränkt ist.

So wäre es auch denkbar, mehr als drei der Filtrationsvorrichtungen parallel zu betreiben und dabei die Prozessschritte a) bis d) ggf. in der beschriebenen oder ggf. leicht anderem Versatz versetzt zueinander ablaufen zu lassen.

25

Mit nur drei Prozesstank 1 und damit drei Filtrationsvorrichtungen ist aber bereits ein quasi kontinuierlicher Betrieb realisierbar.

- 30        Besonders vorteilhaft sind der geringe apparativer Aufwand (wenig Pumpen und Behälter), die schonende Verarbeitung, der niedrige, konstant gehaltene Druck an den Membranfilterscheiben und eine niedrige Strömungsgeschwindigkeit in den drei Prozesstank 1 der Filtrationsvorrichtungen FV1, FV2 und FV 3.

5	Bezugszeichen	
	Tank	1
	Zuleitung	2, 3
	Zuleitung	4
10	Gasflasche	5
	Rührereinrichtung	6
	Ablauf	7
	Ablaufventil	8
	Filtrationsanordnung	9
15	Flanschplatte	10
	Welle	11
	Ableitung	12
	Ventil	13
	Membranfilterscheibe	14, 14a
20	Zwischentank	15
	Zuleitung	16

5

### Ansprüche

1. Filtrationsverfahren mit einer Filtrationsvorrichtung mit einem Prozesstank (1),  
in den wenigstens eine Zuführung (2) zur Zuleitung eines zu verarbeitenden  
10 Mediums, insbesondere einer zu filtrierenden Fermentationsbrühe, mündet, wo-  
bei in dem Prozesstank (1) wenigstens eine Filtrationsanordnung (9) angeordnet  
ist und wobei der Prozesstank (1) wenigstens einen Ablauf aufweist und derart  
ausgelegt ist, dass die Filtration des zu filtrierenden Mediums unter Verbleib  
des Retentats im Prozesstank (1) bis zu einem Ablassen des Retentats nach dem  
15 Beenden der Filtration durchführbar ist, mit folgenden Verfahrensschritten:
- a) der Prozesstank (1) wird mit dem zu filtrierenden Medium befüllt und an  
der wenigstens einen Membran-Filtrationsanordnung (9) wird ein vorge-  
gebener Transmembrandruck - insbesondere ein konstanter  
Transmembrandruck (TMP) - oder ein konstanter Permeatfluß erzeugt;
  - 20 b) das Medium, insbesondere die Fermentationsbrühe, in dem Prozesstank  
(1) wird mit den Membran-Filtrationsanordnungen (9) filtriert, bis ein  
vorgegebener Grenzwert des Masseanteils an Feststoff, insbesondere des  
Biomasseanteils, erreicht wird.
- 25 2. Filtrationsverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Medi-  
um, insbesondere die Fermentationsbrühe, in dem Prozesstank (1) im Schritt b)  
mit den Filtrationsanordnungen (9) unter gleichzeitigem Nachbefüllen des als  
Permeat ablaufenden Flüssigkeitsvolumens durch nachlaufendes Medium fil-  
triert wird, bis ein vorgegebener Grenzwert des Masseanteils an Feststoff, ins-  
30 besondere des Biomasseanteils, erreicht wird.
3. Filtrationsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- c) das Medium, insbesondere die Fermentationsbrühe, in dem Prozesstank  
(1) aus Schritt b) mittels einer waschungsartigen Diafiltration weiter fil-  
35 triert wird, wobei der ggf. bisher erfolgte Nachlauf an Fermentationsbrü-

- 5 he gestoppt und ablaufendes Permeat durch einen Waschflüssigkeitszu-  
satz in den Tank ersetzt wird,
- d) sodann ein Ablassen der Restflüssigkeit aus dem Prozesstank und
- e) ggf. eine Reinigung des Prozesstanks (1) erfolgt.
- 10 4. Filtrationsverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass während  
der Filtration des Schrittes a) und/oder während der Diafiltration des Schrittes  
c) eine Strömung im Prozesstank aufrecht erhalten wird.
- 15 5. Filtrationsverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die im  
Schritt c) zum Ersatz dienende Flüssigkeit Wasser ist, das aus dem Permeat  
durch eine weitere Behandlung zurückgewonnen wird.
- 20 6. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der oder die Filtrationsschritte mit wenigstens einer oder mehre-  
rer folgender Filtrationsanordnungen erfolgen: die Filtrationsanordnung weist  
wenigstens eine, zwei oder mehr Hohlwellen (11) auf, auf der oder denen je-  
weils eine Mehrzahl von Membranfilterscheiben (14) angeordnet ist bzw. sind,  
wobei der wenigstens einen oder den mehreren Hohlwellen (11) wenigstens ein  
Antrieb zugeordnet ist und wobei die Ableitung von Permeat aus dem Prozess-  
25 tank (1) durch die Hohlwellen (11) erfolgt,
- 30 7. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Flüssigkeit im Prozesstank die Filtrationsanordnung zumin-  
dest bedeckt.
- 35 8. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Flüssigkeitshöhe oberhalb der Filtrationsanordnung wenigst-  
ens einen Meter beträgt.
9. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der Transmembrandruck an den Membranfilterscheiben durch

- 5 Druckbeaufschlagung mit einem Gas, durch eine Flüssigkeitssäule über den Membranfilterscheiben und/oder durch Unterdruck auf der Permeatseite erzeugt wird.
10. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Transmembrandruck während der Filtration konstant gehalten wird.
11. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der Filtration, insbesondere der Diafiltration des Schritts c) ein konstanter Transmembrandruck an den Filtrationsscheiben (14) von mehr als 0,2 bar aufrecht erhalten wird.
12. Filtrationsverfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der Filtration, insbesondere der Diafiltration des Schritts c) ein konstanter Transmembrandruck an den Filtrationsscheiben (14) von weniger als 1 bar aufrecht erhalten wird.
13. Filtrationsverfahren zur Durchführung einer Filtration eines zu filtrierenden Mediums, insbesondere einer Fermentationsbrühe, mit einer Filtrationsanlage mit mehrere Filtrationsvorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritte aus den vorstehenden Ansprüchen versetzt zueinander in den mehreren Filtrationsvorrichtungen durchlaufen werden.
14. Filtrationsvorrichtung zu Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem Prozesstank (1), in den wenigstens eine Zuleitung (2) zur Zuleitung eines zu verarbeitenden Mediums, insbesondere einer zu filtrierenden Fermentationsbrühe, mündet, wobei in dem Prozesstank (1) wenigstens eine Membran-Filtrationsanordnung (9) angeordnet ist, die wenigstens eine, zwei oder mehr Hohlwellen (11) aufweist, auf der oder denen eine Mehrzahl von Membranfilterscheiben (14) angeordnet ist bzw. sind, wobei der wenigstens einen oder den mehreren Hohlwellen (11) wenigstens ein Antrieb zu-

5 geordnet ist und wobei die Ableitung von Permeat aus dem Prozesstank (1)  
durch die Hohlwellen (11) erfolgt, und wobei der Prozesstank (1) wenigstens  
einen Ablauf aufweist, wobei der Prozesstank (1) derart ausgelegt ist, dass die  
Filtration des zu filtrierenden Mediums unter Verbleib des Retentats im Pro-  
zesstank (1) bis zu einem Ablassen des Retentats nach dem Beenden der Filtra-  
10 tion durchführbar ist.

15. Filtrationsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Fil-  
trationsanordnung (9) derart in dem Prozesstank angeordnet ist und dass der  
Tank derart ausgelegt und mit dem zu filtrierenden Medium befüllbar ist, dass  
15 durch das Medium eine Flüssigkeitssäule erzeugt wird, die einen  
Transmembrandruck von mehr als 0, 2 bar und weniger als 1 bar an den Memb-  
ran-Filterscheiben (14) erzeugt.

16. Filtrationsvorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass  
20 der Prozesstank (1) einen verschließbaren Ablauf (8) für das Retentat aufweist.

17. Filtrationsvorrichtung nach Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet,  
dass jede Filtrationsanordnung mehrere der Hohlwellen (11) aufweist und dass  
die Membranfilterscheiben (14) derart auf den Hohlwellen (11) angeordnet  
25 sind, dass sie sich zumindest radial abschnittsweise überlappen.

18. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 17, da-  
durch gekennzeichnet, dass in dem Prozesstank (1) eine Röhreinrichtung (6)  
angeordnet ist.  
30

19. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 18, da-  
durch gekennzeichnet, dass die Hohlwellen (11) horizontal ausgerichtet sind.

20. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 19, da-  
35 durch gekennzeichnet, dass jede der Filtrationsanordnungen durch eine Öffnung  
des Prozesstanks in diesen einbringbar ist und dass jede der Öffnungen des Pro-

- 5            zesstanks mit einer Flanschplatte (10), an welcher die Filtrationsanordnung befestigt ist, verschließbar ist.
21. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtrationsanordnungen am Außenumfang des  
10            Prozesstanks angeordnet sind, so dass die Hohlwellen (11) mit den Membranfilterscheiben vom Außenumfang her in den Prozesstank einragen.
22. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtrationsanordnungen an der Grundseite des  
15            Prozesstanks angeordnet sind, so dass die Hohlwellen (11) mit den Membranfilterscheiben von der Grundseite her in den Prozesstank einragen.
23. Filtrationsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 14 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtrationsanordnungen an der Oberseite des  
20            Prozesstanks angeordnet sind, so dass die Hohlwellen (11) mit den Membranfilterscheiben von der Oberseite her in den Prozesstank einragen.
24. Filtrationsanlage, gekennzeichnet durch zwei oder mehr zusammen geschaltete Filtrationsvorrichtungen nach einem der vorstehenden Ansprüche.  
25
25. Filtrationsanlage, gekennzeichnet durch drei Filtrationsvorrichtungen nach einem der vorstehenden Ansprüche.
26. Verwendung einer Filtrationsvorrichtung oder Filtrationsanlage nach einem der  
30            vorstehenden Ansprüche 14 bis 25 zur Filtration einer Fermentationsbrühe.

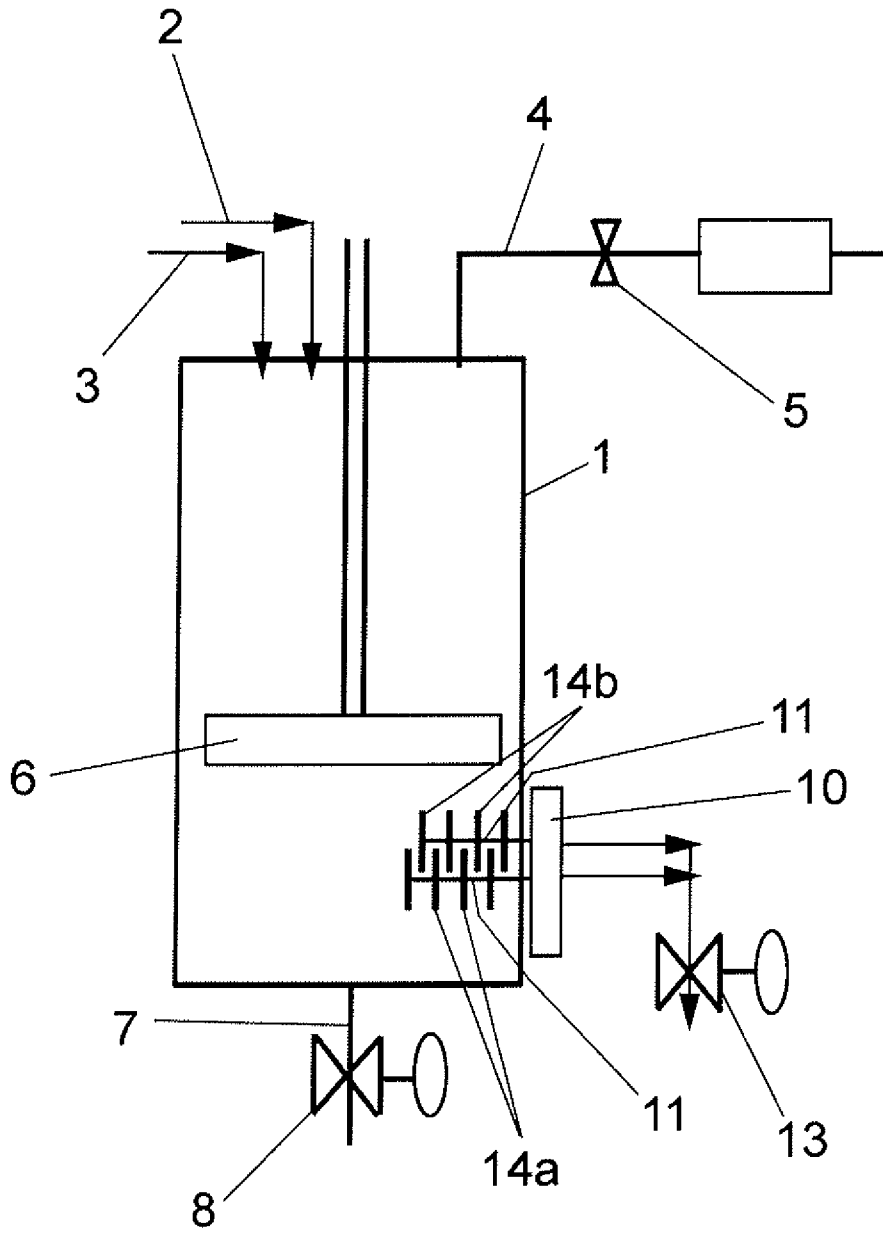


Fig. 1

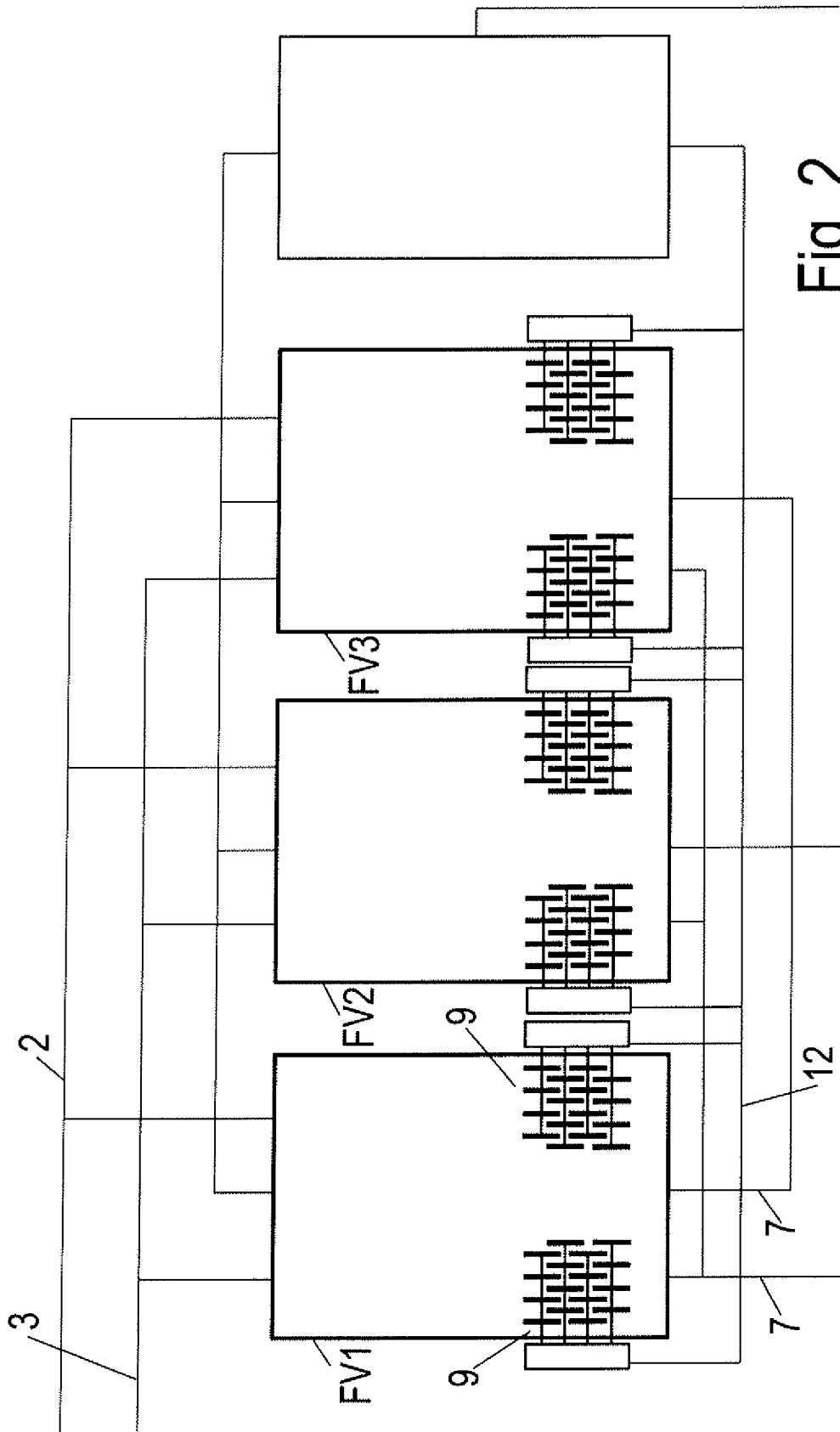


Fig. 2

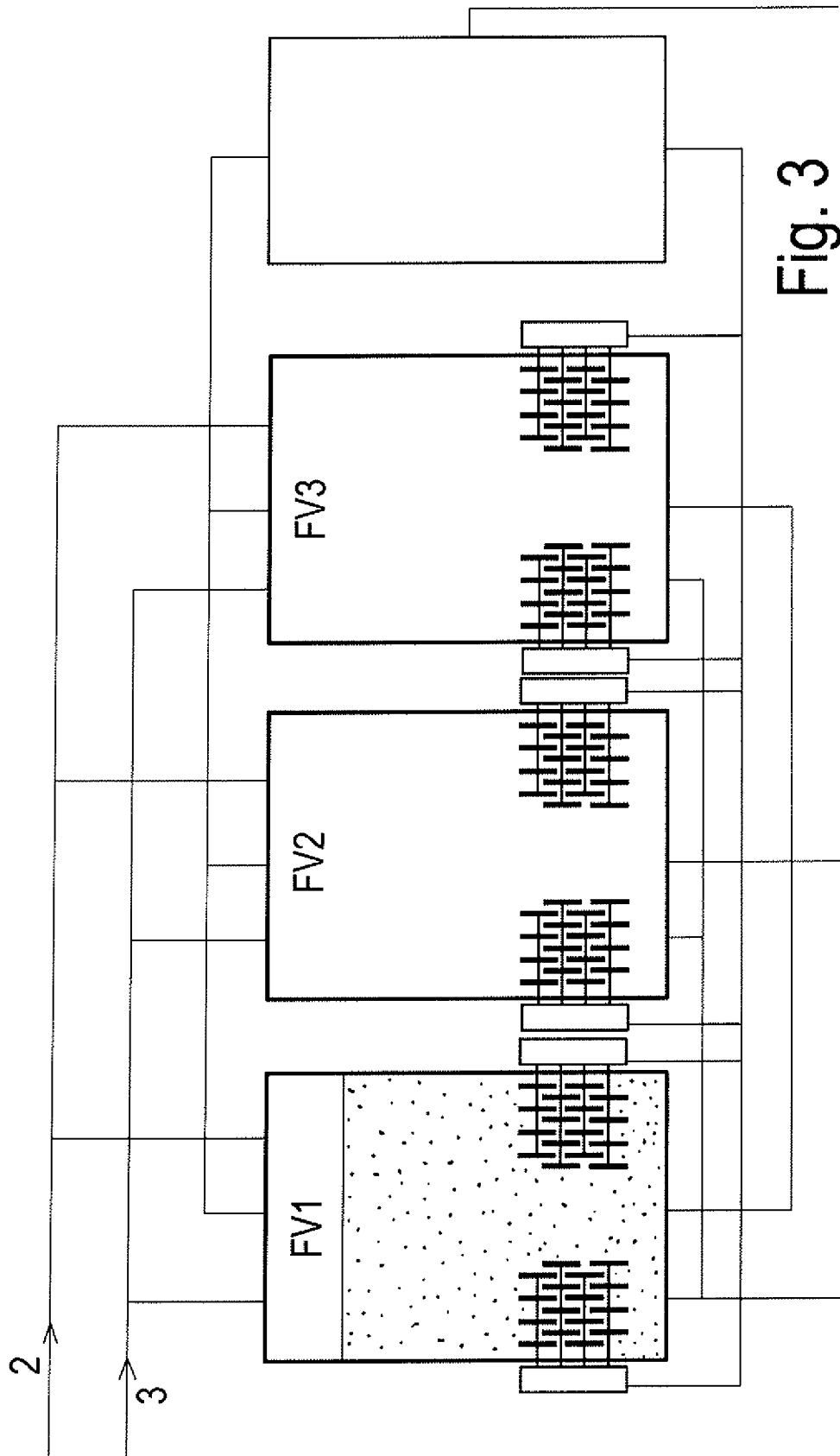


Fig. 3

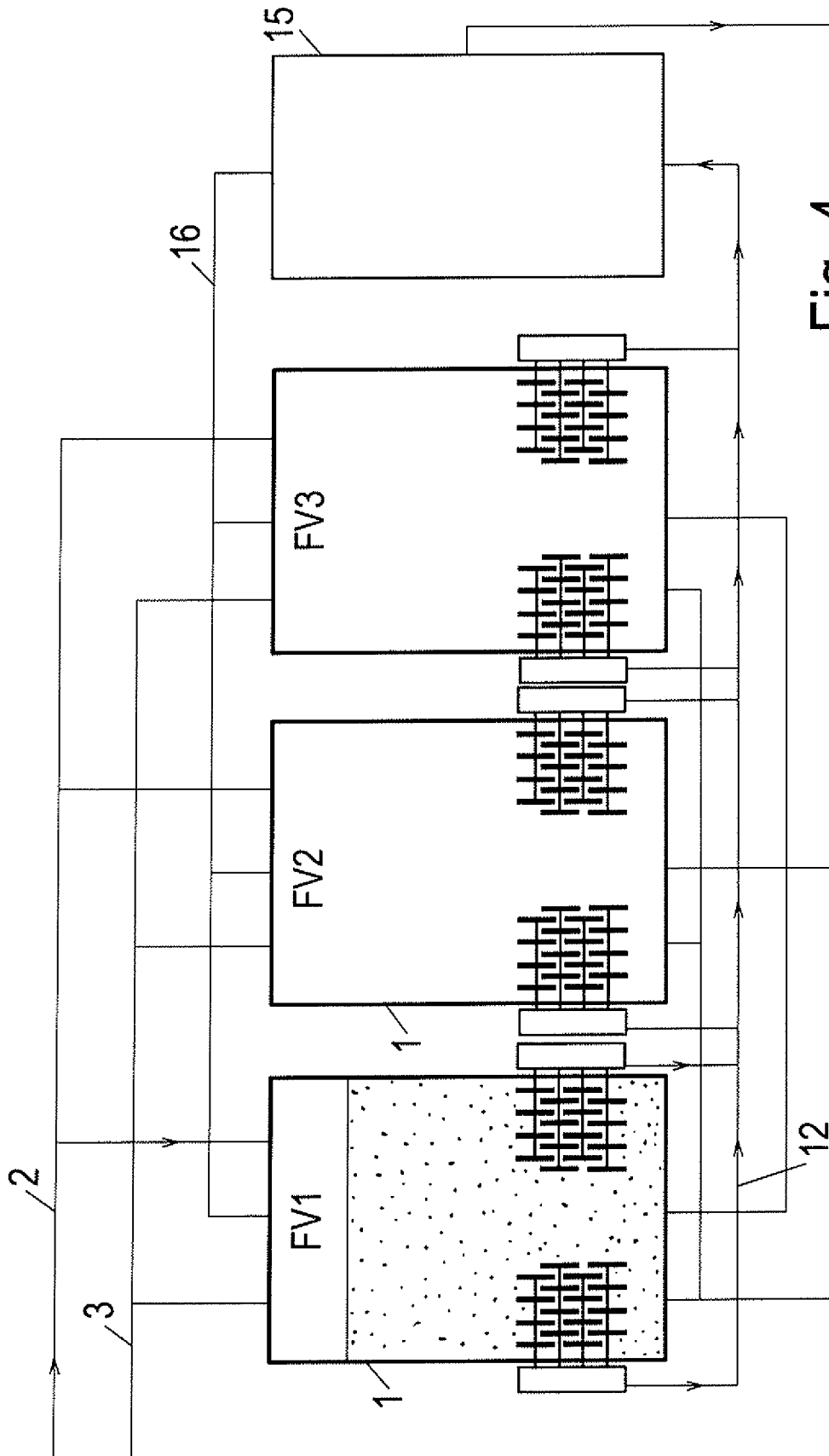


Fig. 4

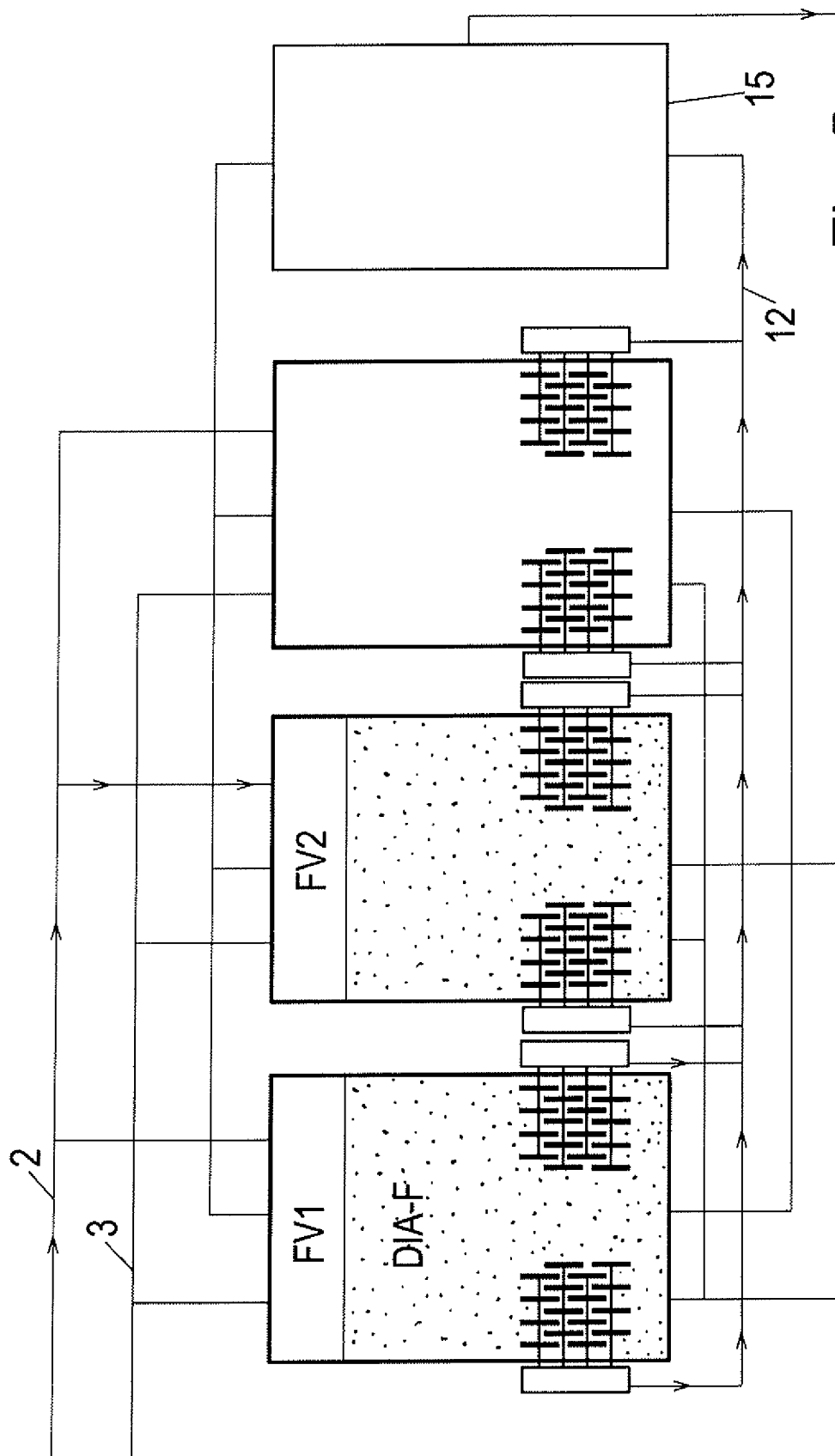


Fig. 5

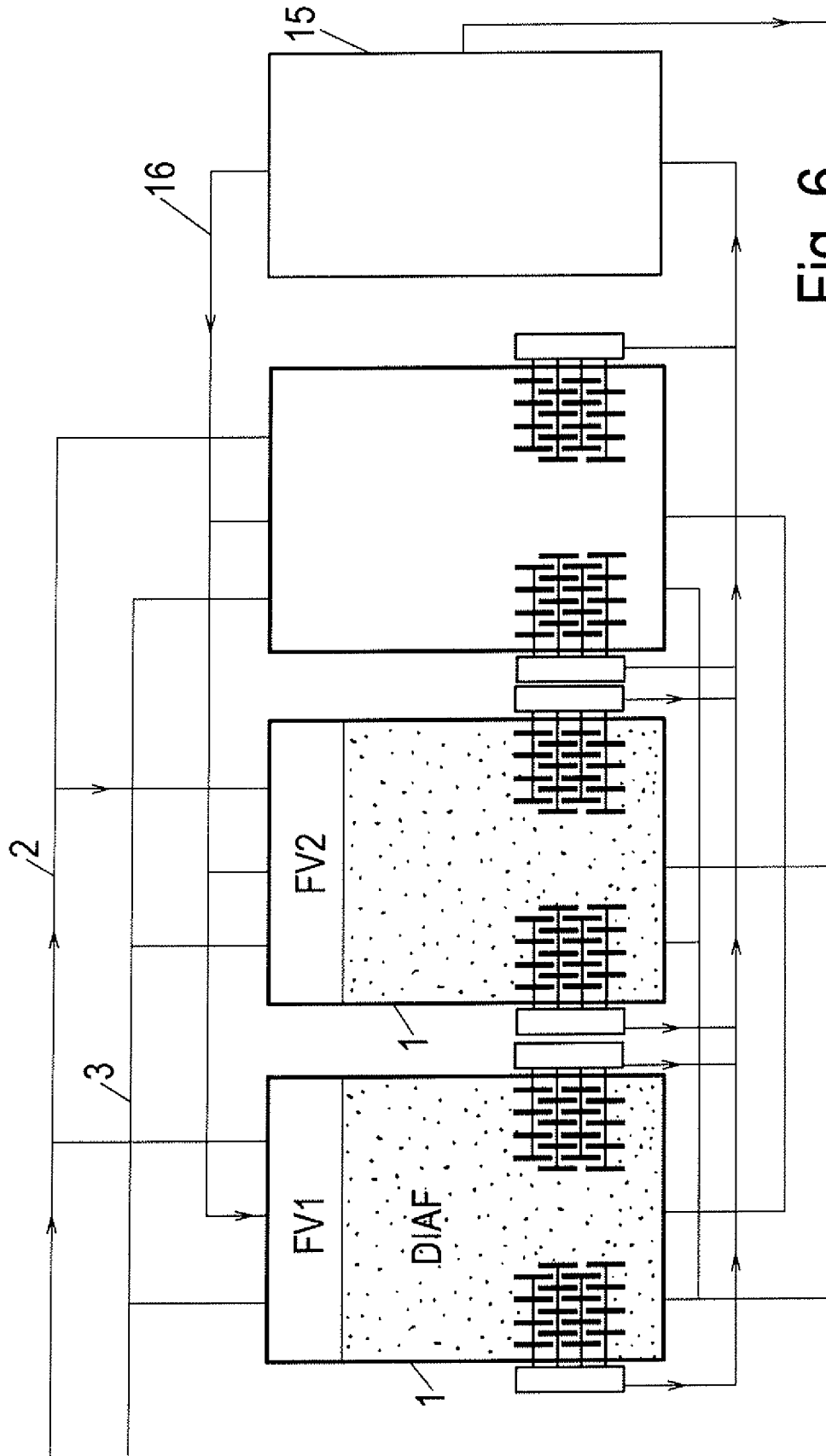


Fig. 6

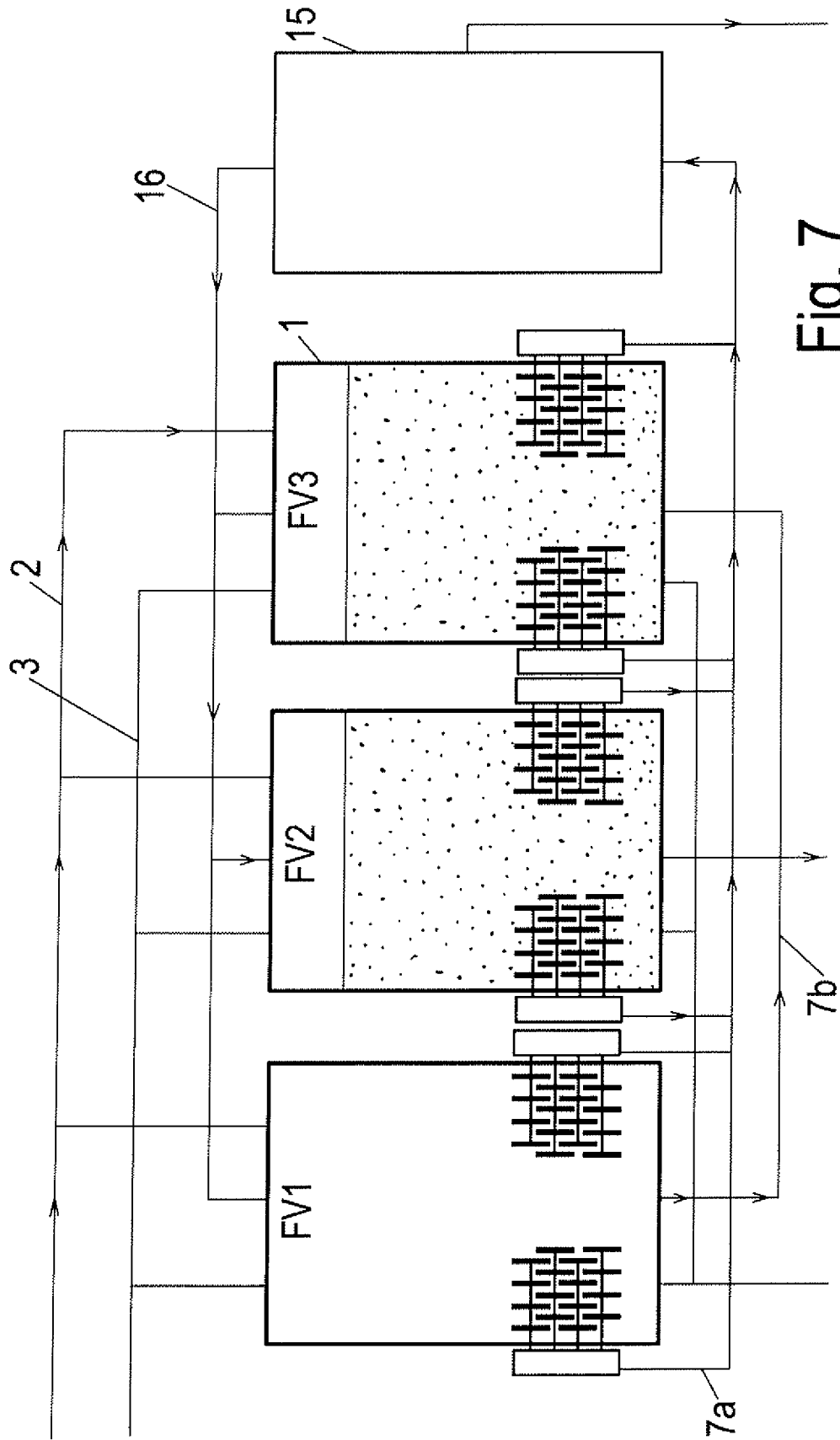


Fig. 7

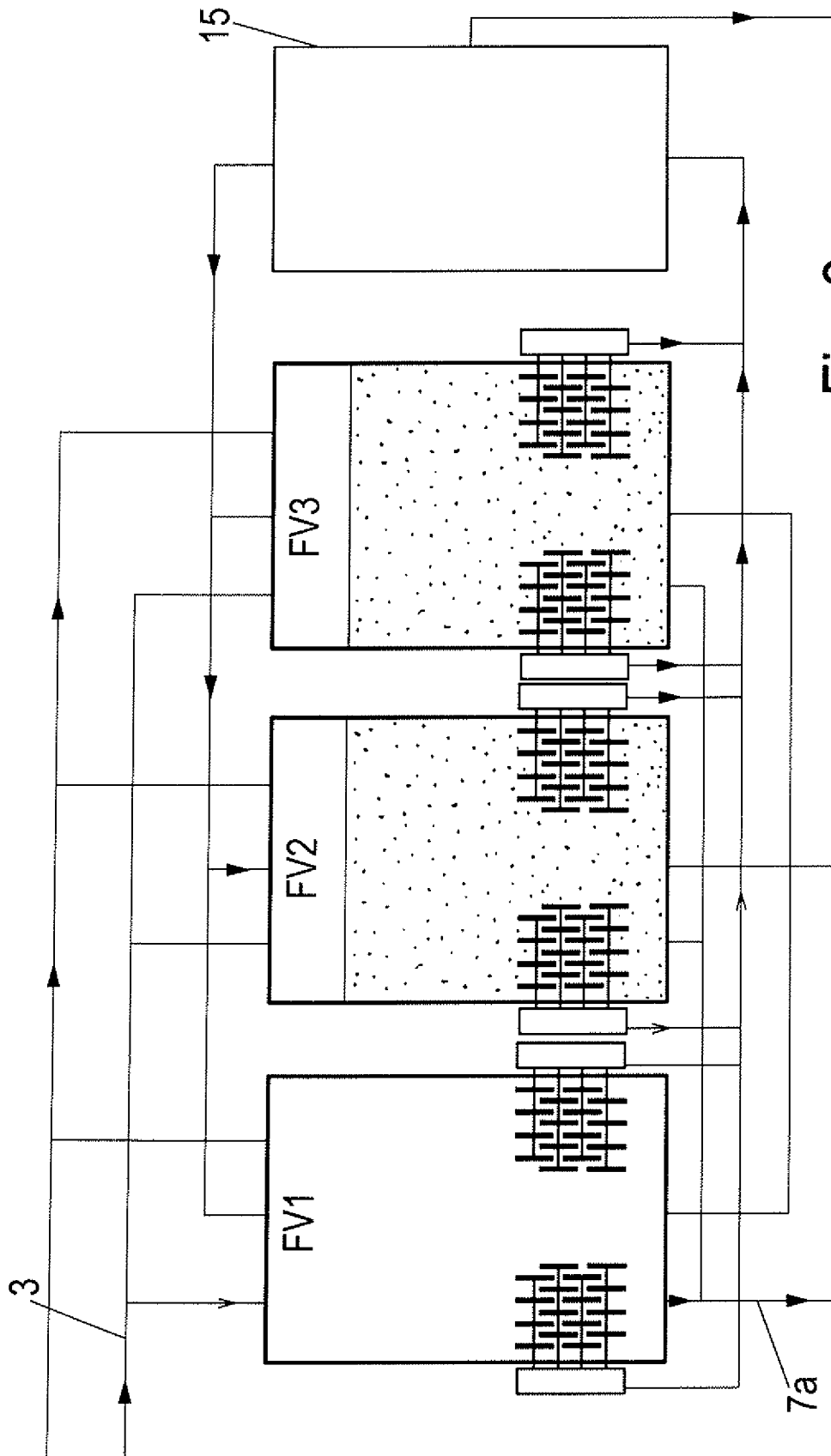


Fig. 8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
**PCT/EP2010/052323**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**INV.** B01D61/14      B01D61/18      B01D63/16  
**ADD.**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**B01D**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
**EPO-Internal**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 038340 A1 (HENKEL KGAA [DE]) 21 February 2008 (2008-02-21)  * abstract paragraphs [0002], [0013], [0020], [0021], [0024] - [0028] paragraphs [0049] - [0052] figures 1,2,3	1,2, 6-12, 14-18, 20,26
X	JP 2001 079360 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO; HITACHI METALS LTD; HMY LTD) 27 March 2001 (2001-03-27) figures 1,2,6,7 * abstract	1,2, 6-14,16, 18-25
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**22 June 2010**

Date of mailing of the international search report

**29/06/2010**

Name and mailing address of the ISA/  
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer  
**Lançon, Eveline**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/052323

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 254 250 A (ROLCHIGO PHILIP M [US] ET AL) 19 October 1993 (1993-10-19) cited in the application the whole document column 15 - lines 57-62 -----	1,2,7,8, 10-12
X	WO 03/039712 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; STERNAD WERNER [DE]; TROESCH WALTER [DE]) 15 May 2003 (2003-05-15) figures -----	14-16
X	JP 7 289861 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 7 November 1995 (1995-11-07) cited in the application * abstract figures -----	14-17, 19-25

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/052323

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006038340 A1	21-02-2008	WO 2008019941 A1	21-02-2008
JP 2001079360 A	27-03-2001	NONE	
US 5254250 A	19-10-1993	AT 182807 T	15-08-1999
		AU 650153 B2	09-06-1994
		AU 2012492 A	08-01-1993
		CA 2106989 A1	01-12-1992
		DE 69229732 D1	09-09-1999
		DE 69229732 T2	02-12-1999
		EP 0588902 A1	30-03-1994
		JP 7071602 B	02-08-1995
		JP 6503032 T	07-04-1994
		WO 9221425 A1	10-12-1992
WO 03039712 A1	15-05-2003	AT 349258 T	15-01-2007
		BR 0213999 A	31-08-2004
		CN 1582193 A	16-02-2005
		DE 10154549 A1	22-05-2003
		DK 1444025 T3	07-05-2007
		EP 1444025 A1	11-08-2004
		ES 2276968 T3	01-07-2007
		US 2005029183 A1	10-02-2005
JP 7289861 A	07-11-1995	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/052323

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. B01D61/14 B01D61/18 B01D63/16  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**B01D**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 038340 A1 (HENKEL KGAA [DE]) 21. Februar 2008 (2008-02-21)  * Zusammenfassung Absätze [0002], [0013], [0020], [0021], [0024] - [0028] Absätze [0049] - [0052] Abbildungen 1,2,3	1,2, 6-12, 14-18, 20,26
X	JP 2001 079360 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO; HITACHI METALS LTD; HMY LTD) 27. März 2001 (2001-03-27) Abbildungen 1,2,6,7 * Zusammenfassung	1,2, 6-14,16, 18-25
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
22. Juni 2010	29/06/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Lançon, Eveline
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 254 250 A (ROLCHIGO PHILIP M [US] ET AL) 19. Oktober 1993 (1993-10-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument Spalte 15 - Zeilen 57-62 -----	1,2,7,8, 10-12
X	WO 03/039712 A1 (FRAUNHOFER-GES FORSCHUNG [DE]; STERNAD WERNER [DE]; TROESCH WALTER [DE]) 15. Mai 2003 (2003-05-15) figures -----	14-16
X	JP 7 289861 A (HITACHI PLANT ENG & CONSTR CO) 7. November 1995 (1995-11-07) in der Anmeldung erwähnt * Zusammenfassung figures -----	14-17, 19-25

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/052323

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006038340 A1	21-02-2008	WO 2008019941 A1	21-02-2008
JP 2001079360 A	27-03-2001	KEINE	
US 5254250 A	19-10-1993	AT 182807 T	15-08-1999
		AU 650153 B2	09-06-1994
		AU 2012492 A	08-01-1993
		CA 2106989 A1	01-12-1992
		DE 69229732 D1	09-09-1999
		DE 69229732 T2	02-12-1999
		EP 0588902 A1	30-03-1994
		JP 7071602 B	02-08-1995
		JP 6503032 T	07-04-1994
		WO 9221425 A1	10-12-1992
WO 03039712 A1	15-05-2003	AT 349258 T	15-01-2007
		BR 0213999 A	31-08-2004
		CN 1582193 A	16-02-2005
		DE 10154549 A1	22-05-2003
		DK 1444025 T3	07-05-2007
		EP 1444025 A1	11-08-2004
		ES 2276968 T3	01-07-2007
		US 2005029183 A1	10-02-2005
JP 7289861 A	07-11-1995	KEINE	