

(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
11. Februar 2016 (11.02.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/020153 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/22 (2006.01) **B01D 63/02** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/066050
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juli 2015 (14.07.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2014 011 445.7
7. August 2014 (07.08.2014) DE
- (71) Anmelder: **MANN+HUMMEL GMBH** [DE/DE];
Hindenburgstr. 45, 71638 Ludwigsburg (DE).
- (72) Erfinder: **FASOLD, Michael**; Altenbergstr. 26, 71549
Auenwald (DE). **MAYER, Marcel**; Sparrhärmlingweg 4,
70376 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FILTER DEVICE HAVING HOLLOW FIBRES

(54) Bezeichnung : FILTEREINRICHTUNG MIT HOHLFASERN

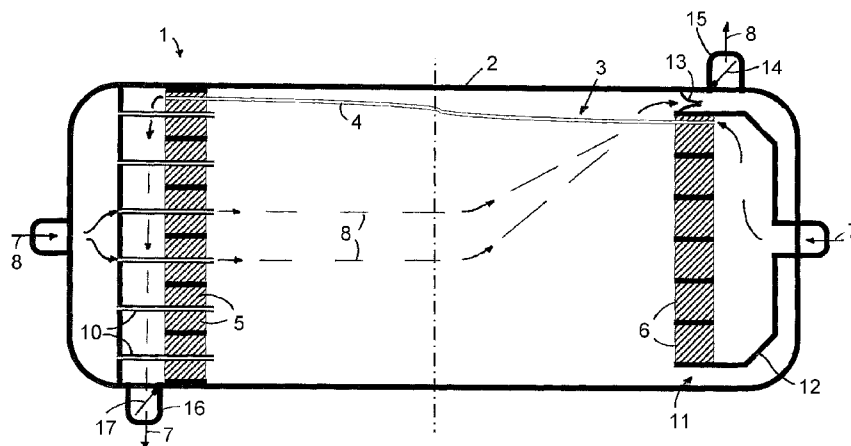


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a filter device comprising a filter unit that is received in a filter housing, as well as at least one hollow fibre that is mounted between two pottings and has a water vapour-permeable wall, an actuation element being arranged on a flow pipe that is integrated into the potting, for the purpose of influencing the fluid flow from said flow pipe into the interior of the filter housing.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Filtereinrichtung mit einer in einem Filtergehäuse aufgenommenen Filtereinheit weist mindestens eine zwischen zwei Pottungen eingepannte Hohlfaser mit wasserdampfdurchlässiger Wandung auf, wobei an einem in die Pottung integrierten Strömungsrohr ein Stellglied zur Beeinflussung des Fluidstroms vom Strömungsrohr in den Innenraum des Filtergehäuses angeordnet ist.



WO 2016/020153 A1

Beschreibung

Filtereinrichtung mit Hohlfasern

Technisches Gebiet

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Filtereinrichtung mit mindestens einer in einem Filtergehäuse aufgenommenen Filtereinheit, die mindestens eine zwischen zwei Pottungen eingespannte Hohlaser mit wasserdampfdurchlässiger Wandung umfasst, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

10 Stand der Technik

- Eine Hohlaser-Filter- bzw. Befeuchtungseinrichtung wird in der WO 2013/100677 A1 beschrieben. Die Filtereinrichtung wird zur Befeuchtung eines trockenen Luftstromes verwendet, indem die wasserdampfdurchlässigen Hohlfasern der Filtereinheit, durch die ein trockener Luftstrom geleitet wird, in Radialrichtung von einem feuchten Luftstrom
15 angeströmt werden. Die Hohlfasern sind an ihren Stirnseiten von Pottmaterial eingefasst, an dessen Außenseite Dichtringe angeordnet sind zur Abdichtung gegenüber der Gehäuseinnenwand des aufnehmenden Filtergehäuses.

- Eine Hohlaser-Befeuchtungseinrichtung ist auch aus der DE 10 2013 004 839 A1 be-
20 kannt. Durch die Hohlfasern wird axial ein trockener Luftstrom geführt, zugleich wird feuchte Luft in Radialrichtung an der Außenseite der Hohlfasern durch das Filtergehäuse geleitet. An der Gehäuseinnenwand befindet sich eine Stellklappe, über die die Richtung des feuchten Luftstromes im Innern des Gehäuses beeinflusst werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, die radiale Anströmung der Hohlfasern in Abhängigkeit
25 der Stellklappenposition an verschiedenen axialen Stellen durchzuführen. Es wird beispielsweise bei einer steilen Stellklappenposition der feuchte Luftstrom unmittelbar nach dem Einführen in das Filtergehäuse radial in Richtung auf die Hohlfasern umgelenkt, anschließend strömt der feuchte Luftstrom in Achsrichtung zu einer am gegenüberliegenden Ende des Gehäuses angeordneten Abströmöffnung. Dies ermöglicht ein ver-
30 hältnismäßig langes axiales Entlangströmen der feuchten Luft entlang der Hohlaser-außenwände mit einem entsprechend erhöhten Austausch von Feuchtigkeit zwischen dem feuchten und dem trockenen Luftstrom.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Hohlfaser-Filtereinrichtung mit einfachen konstruktiven Maßnahmen in einem weiten Anwendungsbereich mit einem hohen Wirkungsgrad auszubilden.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen an.

Die erfindungsgemäße Hohlfaser-Filtereinrichtung kann als Befeuchtungseinrichtung
10 eingesetzt werden, um einen Gasfluidstrom, insbesondere einen Luftstrom mit Feuchtigkeit anzureichern. Die Filtereinrichtung wird z.B. als Befeuchtungseinrichtung für die einer Brennstoffzelle zuzuführende Luft eingesetzt.

Die Filtereinrichtung weist in einem Filtergehäuse mindestens eine Filtereinheit mit min-
15 destens einer Hohlfaser auf, welche an ihrer Stirnseite von Pottmaterial eingefasst ist und eine wasserdampfdurchlässige Wandung aufweist. In bevorzugter Ausführung weist die Filtereinheit eine Mehrzahl von Hohlfasern auf, die jeweils an ihren Stirnseiten von Pottmaterial eingefasst sind.

20 Durch die Hohlfaser wird ein erster Fluidstrom geleitet, außerhalb der Hohlfaser verläuft ein zweiter Fluidstrom im Filtergehäuse der Filtereinrichtung, wobei sich die beiden Fluidströme in ihrem Feuchtigkeitsgehalt unterscheiden. Durch die wasserdampfdurchlässige Wandung der Hohlfaser erfolgt ein Feuchtigkeitsaustausch vom feuchteren Fluidstrom zum trockeneren Fluidstrom. Beispielsweise wird innerhalb der Hohlfasern
25 ein trockener Luftstrom geführt und außerhalb der Hohlfaser ein mit Feuchtigkeit angereicherter Luftstrom, so dass Wasserdampf durch die Wandung der Hohlfaser radial von außen nach innen hindurchtreten kann. Der erste und der zweite Fluidstrom verlaufen vorteilhafterweise zumindest abschnittsweise beide in Achsrichtung, insbesondere axial gegenläufig. Für die Ausbreitung des außerhalb der Hohlfaser geführten Fluidstroms ist
30 es jedoch zweckmäßig, dass dieser nach dem Einleiten in das Innere des Filtergehäuses zunächst radial oder unter einem sonstigen Winkel zur Längsachse der Hohlfaser verläuft, bevor sich eine axiale Strömung in diesem Fluidstrom ausbildet.

An einer Stirnseite der Filtereinheit ist in eine der Pottungen ein Strömungsrohr eingebracht, das durch die Pottung hindurchgeführt ist und sich bis in den axialen Bereich zwischen den beiden Pottungen erstreckt. Das Strömungsrohr befindet sich bevorzugt versetzt zu der Hohlfaser, wobei ggf. auch ein Umschließen einer oder mehrerer Hohlfasern durch das Strömungsrohr in Betracht kommt. Durch das Strömungsrohr wird der außerhalb der Hohlfaser geführte Luftstrom in den Innenraum des Filtergehäuses geleitet.

Am Strömungsrohr befindet sich ein Stellglied, mit dem der Fluidstrom beeinflusst werden kann, welcher vom Strömungsrohr in den Innenraum des Filtergehäuses geleitet werden kann, beispielsweise die Höhe oder die axiale Position des in den Gehäuseinnenraum eingeleiteten Fluidstroms. Das Stellglied wird abhängig von einer Zustandsgröße, einem Systemparameter oder einer sonstigen Kenngröße der Filtereinrichtung geschaltet, so dass entsprechend in Abhängigkeit einer dieser Größen auch die Höhe des Fluidstroms vom Strömungsrohr in das Innere des Filtergehäuses einstellbar ist. Als Größe, in deren Abhängigkeit das Stellglied geschaltet wird, kommt beispielsweise der Druck des Fluidstroms im Strömungsrohr, dessen Feuchtigkeitsgehalt und/oder der Volumenstrom in Betracht. Es kann z.B. zweckmäßig sein, bei einem geringen Druck oder einem verhältnismäßig kleinen Feuchtigkeitsgehalt die axiale Position der Einströmung des Fluids vom Strömungsrohr in den Innenraum des Gehäuses zu beeinflussen, insbesondere in der Weise, dass bei geringerem Druck bzw. geringerer Feuchtigkeit die Einströmung näher an der das Strömungsrohr aufnehmenden Pottung erfolgt, so dass über eine längere Wegstrecke der Fluidstrom parallel zur Außenwandung der Hohlfaser geleitet wird.

Die Beeinflussung der axialen Position der Einströmung vom Strömungsrohr in den Innenraum des Filtergehäuses stellt eine bevorzugte Ausführung dar. Es kommen aber auch sonstige Beeinflussungen der Fluidströmung im Strömungsrohr bzw. des Übertritts vom Strömungsrohr in den Innenraum des Filtergehäuses in Betracht, beispielsweise eine Drosselung des Fluidstroms.

Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausführung ist in die Wandung des Strömungsrohrs mindestens eine Abströmöffnung eingebracht, vorzugsweise mit axialem Abstand

zur in den Gehäuseinnenraum einragenden, offenen Stirnseite des Strömungsrohrs, wobei die Höhe des über die Abströmöffnung austretenden Fluidstroms über das Stellglied einstellbar ist. Gemäß weiterer zweckmäßiger Ausführung sind in dem axialen Bereich zwischen den beiden gegenüberliegenden Pottungen mehrere axial beabstandete

5 Abströmöffnungen in die Wandung des Strömungsrohrs eingebracht, wobei mindestens eine Abströmöffnung, vorzugsweise mehrere oder sämtliche Abströmöffnungen über ein oder mehrere Stellglieder beeinflussbar ist. Über das Stellglied kann insbesondere der freie Strömungsquerschnitt der Abströmöffnung zwischen einer Schließ- oder Minimalposition und einer Öffnungsposition verstellt werden. Hierbei ist es beispielsweise vor-

10 teilhaft, dass bei geringem Druck des Fluidstroms in dem Strömungsrohr diejenigen Abströmöffnungen von dem Stellglied verschlossen sind, welche einen größeren axialen Abstand zu der das Strömungsrohr aufnehmenden Pottung aufweisen und nur eine oder mehrere Abströmöffnungen benachbart zu dieser Pottung geöffnet sind. Mit zunehmendem Druck des Fluidstroms werden dagegen auch axial weiter entfernt liegende

15 Abströmöffnungen freigegeben, so dass über einen größeren axialen Bereich des Strömungsrohrs ein Austritt des Fluids in den Innenraum des Filtergehäuses stattfindet.

Es kommen sowohl Ausführungen in Betracht, bei denen mehrere Stellglieder vorhanden sind, welche vorzugsweise axial zueinander beabstandet und beispielsweise je-

20 weils mindestens einer Abströmöffnung zugeordnet sind, als auch Ausführungen mit nur einem Stellglied, über das aber ebenfalls zweckmäßigerweise verschiedene axial beabstandete Abströmöffnungen in der Wandung des Strömungsrohrs eingestellt werden können. Das Stellglied ist beispielsweise als ein Ventil ausgeführt, das federkraftbelastet in einer Querstellung steht und in das Strömungsrohr integriert ist, insbesondere

25 unmittelbar axial benachbart zu einer Abströmöffnung. Ist der Druck des Fluidstroms im Strömungsrohr groß genug, wird das Ventil aus der Sperrposition in die Freigabeposition verstellt, so dass nur ein Teil des Fluidstroms über die erste Abströmöffnung abgeführt wird und ein weiterer Teil des Fluidstroms zu einer nachfolgenden, zweiten Abströmöffnung gelangt, über die ebenfalls ein Austritt in den Innenraum des Filterge-

30 häuses möglich ist. Auf diese axial beabstandete, zweite Abströmöffnung kann ein weiteres Ventil folgen, das federkraftbelastet in Sperrstellung steht und nur bei dem Überschreiten eines Grenzdrucks in die Öffnungsstellung überführt wird. Auf diese Weise ist nach Art einer Kaskade mit einer Mehrzahl axial aufeinanderfolgender Ab-

strömöffnungen und Ventile mit zunehmendem Druck ein Austritt des Fluidstroms über mehrere axial beabstandete Abströmöffnungen möglich.

In einer weiteren Ausführung ist das Stellglied als ein Schieberegler ausgebildet, der axial zwischen einer Schließ- und einer Öffnungsposition verstellbar ist. Der Schieberegler ist vorteilhaft von einem Federelement in eine Sperr- bzw. Schließposition kraftbeaufschlagt, in der der Schieberegler die Abströmöffnung in der Wandung des Strömungsrohrs überdeckt. Der Schieberegler wird von dem Druck des Fluidstroms im Strömungsrohr gegen die Kraft des Federelementes verstellt, wobei mit zunehmendem Druck mehrere Abströmöffnungen, die axial verteilt in die Wandung des Strömungsrohrs eingebracht sind, freigegeben werden. Das Federelement stützt sich an der Pottung ab, die der das Strömungsrohr aufnehmenden Pottung axial gegenüberliegt. Gegebenenfalls ist das Federelement in diese Pottung integriert.

Gemäß noch einer weiteren zweckmäßigen Ausführung endet das Strömungsrohr in dem axialen Bereich zwischen den beiden Pottungen. Die freie Stirnseite des Strömungsrohrs erreicht somit nicht die zweite Pottung und stützt sich nicht an dieser zweiten Pottung ab. Die freie Stirnseite kann offen ausgebildet sein, so dass an der freien Stirnseite eine zusätzliche Abströmöffnung gegeben ist. Die freie Stirnseite erstreckt sich vorteilhafterweise aber über mindestens die Hälfte der axialen Erstreckung zwischen den beiden gegenüberliegenden Pottungen, ggf. über mindestens zwei Drittel oder drei Viertel dieser Strecke.

In einer alternativen Ausführung erstreckt sich das Strömungsrohr zwischen den beiden Pottungen und deckt somit den gesamten axialen Bereich zwischen den Pottungen ab. Hierbei kann es zweckmäßig sein, dass das Strömungsrohr auch in die zweite Pottung integriert ist.

Gemäß eines weiteren Aspektes der Erfindung weist die Filtereinrichtung mindestens eine Filtereinheit in einem Filtergehäuse auf, wobei die Filtereinheit mindestens eine zwischen zwei Pottungen eingefasste Hohlfaser, vorzugsweise mehrere Hohlfasern zwischen den beiden Pottungen aufweist und die Hohlfaser wasserdampfdurchlässig ausgebildet ist. Ein erster Fluidstrom ist innerhalb der Hohlfaser und ein zweiter Fluid-

strom außerhalb der Hohlfaser ausgeführt, hierbei erfolgt ein Feuchtigkeitsaustausch vom feuchteren Fluidstrom durch die wasserdampfdurchlässige Wandung der Hohlfaser zum trockeneren Fluidstrom. Es kann zweckmäßig sein, innerhalb der Hohlfasern einen trockenen Luftstrom zu führen und außerhalb der Hohlfaser einen mit Feuchtigkeit an-
5 gereicherten Luftstrom.

Benachbart zur Abströmseite eines Fluidstroms im Filtergehäuse ist ein Stellglied zur Beeinflussung des abströmenden Fluidstroms aus dem Filtergehäuse angeordnet. Das Stellglied ermöglicht insbesondere eine Einstellung des Drucks im Fluidstrom, der eine
10 wesentliche Systemgröße zur Beeinflussung des Feuchtigkeitsaustausches darstellt. Wird beispielsweise ein Fluidstrom mit einem verhältnismäßig geringen Druck eingeleitet, kann durch Verstellen des Stellglieds in Richtung einer Schließposition an der Abströmseite dieses Fluidstroms eine Druckerhöhung erreicht werden, indem der Querschnitt einer Abströmöffnung reduziert oder ggf. versperrt wird. Umgekehrt wird der
15 Fluiddruck abgebaut, wenn das Stellglied von einer Sperr- bzw. Schließposition in eine Öffnungsposition überführt wird und eine höhere Abströmung des Fluidstroms über die Abströmseite ermöglicht wird.

Das Stellglied an der Abströmseite des Fluidstroms kann im Strömungsweg des ersten
20 Fluidstroms, der innerhalb der Hohlfasern geführt wird, und/oder im Strömungsweg des zweiten Fluidstroms, der außerhalb der Hohlfaser geführt wird, angeordnet sein. So befindet sich das Sperrventil beispielsweise an der Abströmseite des außerhalb der Hohlfaser geführten Fluidstroms, der vorzugsweise über ein in eine der Pottungen integriertes Strömungsrohr in den Innenraum des Filtergehäuses geleitet wird.

Das Sperrventil ist z.B. als eine Dichtlippe oder als ein Schirmventil ausgebildet, welches drucklos in Schließ- bzw. Sperrstellung steht und mit zunehmendem Druck im Fluidstrom in die Öffnungsstellung versetzt wird. Es kommt aber auch eine sonstige
25 Ausführung des Stellglieds in Betracht, beispielsweise als eine Stellklappe in einem Abströmquerschnitt im Filtergehäuse.
30

Die beiden Pottungen können einen unterschiedlich großen Außendurchmesser aufweisen, wobei die erste Pottung vorteilhafterweise an den Innendurchmesser des auf-

nehmenden Filtergehäuses angepasst ist und die zweite Pottung bevorzugt einen kleineren Außendurchmesser aufweist, wodurch ein ringförmiger Strömungsspalt zwischen der zweiten Pottung und der Innenwand des Filtergehäuses gebildet ist. Der in den Innenraum eingeleitete Fluidstrom wird über diesen Ringspalt, der sich an der Abströmseite befindet, abgeleitet. In dem ringförmigen Strömungsspalt kann ein Stellglied angeordnet sein, das in dieser Ausführung vorzugsweise als eine Dichtlippe ausgebildet ist. Im Querschnitt kann die Dichtlippe beispielsweise nach Art eines Entenschnabels ausgeführt sein, mit zwei aufeinanderliegenden, einen Durchtritt begrenzenden Dichtabschnitten, die sich bei zunehmendem Druck aufweiten und den Strömungsquerschnitt freigeben. Im ringförmigen Strömungsspalt befindet sich zweckmäßigerweise ein Abstützelement zur radialen Abstützung der Pottung an der Innenwand des Filtergehäuses.

In Betracht kommt auch eine Anordnung des Stellglieds in einem Abströmstutzen am Filtergehäuse zur Ableitung des Fluidstroms. Möglich ist es des Weiteren, einen Gehäusedeckel des Filtergehäuses axial verstellbar auszubilden, wobei der Gehäusedeckel auf seiner Innenseite einen benachbart zu einer der Pottungen verlaufenden Strömungsweg begrenzt. In dieser Ausführung wird das Stellglied von dem axial verstellbaren Gehäusedeckel gebildet, bei dessen axialer Verstellbewegung der freie Strömungsquerschnitt des Strömungswegs an der Pottung verändert wird.

Das Stellglied kann auch an der Abströmseite des zumindest teilweise durch die Hohl- faser geführten Fluidstroms angeordnet sein. Auch bei dieser Ausführung ist über die Einstellung des Stellglieds der Druck des Fluids, welches durch die Hohl- faser geführt ist, veränderlich einstellbar. Beispielsweise befindet sich das Stellglied in einem Abströmstutzen an der Abströmseite des durch die Hohl- faser geführten Fluidstroms.

Die Stellglieder, welche entweder an dem Strömungsrohr angeordnet sind, das in eine der Pottungen integriert ist, oder an der Abströmseite eines Fluidstroms, können passiv oder aktiv ausgeführt sein. Bei passiver Ausführung erfolgt keine externer Energieeintrag zur Verstellung des Stellgliedes, vielmehr wird das Stellglied unmittelbar von einer System- oder Kenngröße der Filtereinrichtung verstellt, welche auf das Stellglied einwirkt, insbesondere der Druck, die Feuchtigkeit oder der Volumenstrom des betreffen-

den Fluidstroms. Derartige, passiv ausgeführte Stellglieder sind wie vorbeschrieben beispielsweise Sperrventile oder Schieberegler, Dichtlippen, Schirmventile oder Stellklappen, die jeweils in ihre Schließ- oder Sperrposition kraftbeaufschlagt sind.

- 5 Im Falle aktiver Stellglieder erfolgt die Einstellung vorzugsweise ebenfalls in Abhängigkeit einer System- oder Kenngröße wie z.B. des Drucks, der Feuchtigkeit oder des Volumenstroms des Fluidstroms, jedoch mit zusätzlichem externen Energieeintrag für die Verstellbewegung. Die System- oder Kenngröße wird sensorisch ermittelt und dient als Eingangsgröße, aus der in einem Regler eine entsprechende Stellgröße zur Beauf-
- 10 schlagung des Stellglieds erzeugt wird. Beispielsweise ist das Stellglied als Schaltklappe mit aktiver Verstellung der Klappe ausgebildet. Der Energieeintrag zur aktiven Verstellbewegung erfolgt elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch.

Es kann zweckmäßig sein, in der Filtereinrichtung an jeder Stirnseite mehrere, radial

15 nebeneinander liegende Pottungen vorzusehen, wobei jeder Pottung eine axial gegenüberliegende Pottung zugeordnet ist und zwischen diesen axial beabstandeten Pottungen jeweils eine oder mehrere Hohlfasern eingefasst sind. Die Pottungen an der gleichen Stirnseite sind vorteilhafterweise in einem Halterahmen aufgenommen und ggf. über den Halterahmen an der Innenwand des Filtergehäuses abgestützt.

20 Die Pottung an einer axialen Stirnseite kann im aufnehmenden Filtergehäuse nach Art eines Loslagers axial längsverschieblich geführt sein. Vorteilhafterweise besteht zugleich eine Abstützung der Pottung am Filtergehäuse in Radialrichtung. Ermöglicht wird dies beispielsweise über ein Schienenführungssystem, über das die Pottung an der

25 Innenwand des Filtergehäuses in Achsrichtung verschieblich geführt und in Radialrichtung abgestützt ist. Die Längsverschieblichkeit hat den Vorteil, dass bei Längenänderungen der Hohlfasern keine Spannungen entstehen, die die Gefahr einer Schädigung der Hohlfasern bergen. Das Schienenführungssystem befindet sich vorzugsweise in dem ringförmigen Strömungsspalt zwischen der radialen Außenseite der Pottung und

30 den Innenwand des Filtergehäuses und bildet das Abstützteil für die Pottung.

Die axial gegenüberliegende Pottung ist vorzugsweise nach Art eines Festlagers axial und radial fest im Filtergehäuse eingespannt.

Sofern an jeder Stirnseite mehrere, radial nebeneinander liegende Pottungen in einem gemeinsamen Halterahmen vorgesehen sind, kann der Halterahmen an einer Stirnseite über das Schienenführungssystem in Achsrichtung verschieblich geführt und in Radialrichtung abgestützt sein.

5

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Weitere Vorteile und zweckmäßige Ausführungen sind den weiteren Ansprüchen, der Figurenbeschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen. Es zeigen:

- 10 Fig. 1 im Längsschnitt eine Filtereinrichtung, die zur Befeuchtung eines Luftstroms eingesetzt werden kann, mit einer Filtereinheit, welche an ihren Stirnseiten von Pottmaterial eingefasste Hohlfasern mit wasserdampfdurchlässigen Wandungen umfasst, wobei im Bereich der Abströmseite verschiedener Luftströme Stellglieder zur Beeinflussung des jeweiligen Fluidstroms angeordnet sind,

15

Fig. 2 eine Filtereinheit der Filtereinrichtung in einer Ausführungsvariante mit mehreren Ventilen als Stellgliedern an einem Strömungsrohr, über das ein feuchter Luftstrom in den Innenraum der Filtereinrichtung geleitet wird,

- 20 Fig. 3 in einer weiteren Ausführungsvariante eine Filtereinheit mit einem Stellglied am Strömungsrohr, das als Schieberegler ausgeführt ist.

In den Figuren sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Ausführungsformen der Erfindung

- 25 Die in den Figuren dargestellte Filtereinrichtung 1 kann als Befeuchtungseinrichtung eingesetzt werden, um einen trockenen Luftstrom im Gegenstromverfahren mit Feuchtigkeit anzureichern. Die Filtereinrichtung 1 weist, wie Fig. 1 zu entnehmen, ein Filtergehäuse 2 auf, in welchem eine Filtereinheit 3 aufgenommen ist. Die Filtereinheit 3
- 30 umfasst eine Vielzahl von Hohlfasern 4, die sich axial zwischen Pottungen 5, 6 erstrecken und in den Pottungen 5, 6 fest aufgenommen sind. Die Hohlfasern 4 bestehen beispielsweise aus einem Keramikmaterial und weisen eine wasserdampfdurchlässige Wandung auf. In Fig. 1 ist aus Gründen der vereinfachten Darstellung nur eine einzelne

durchgehende Hohlfaser 4 zwischen Pottungen 5 und 6 dargestellt; tatsächlich verlaufen, wie in Fig. 2 und 3 gezeigt, zwischen den Pottungen 5, 6 eine Vielzahl derartiger Hohlfasern.

5 Innerhalb der Hohlfasern 4 verläuft ein erster Fluidstrom 7, bei dem es sich vorzugsweise um einen Luftstrom mit geringem Feuchtigkeitsgehalt handelt. Axial gegenläufig wird ein zweiter Fluidstrom 8 durch das Filtergehäuse 2 in der Filtereinrichtung 1 geführt, bei dem es sich vorzugsweise um einen Luftstrom mit hohem Feuchtigkeitsgehalt handelt; der zweite Fluidstrom 8 verläuft zumindest abschnittsweise außerhalb der
10 Hohlfasern 4. Auf Grund der Wasserdampfdurchlässigkeit der Wandung der Hohlfasern 4 ist ein Übertritt von Wasserteilchen radial durch die Hohlfaserwandung möglich; hierbei gibt der feuchtere Luftstrom 8 Feuchtigkeit ab und wird der trockenere Fluidstrom 7 innerhalb der Hohlfaser mit Feuchtigkeit angereichert.

15 Pro axialer Stirnseite umfasst die Filtereinheit 3 mehrere Pottungen 5 bzw. 6, die radial nebeneinander liegend angeordnet sind und jeweils eine Mehrzahl von Hohlfasern 4 aufnehmen. In Fig. 2 ist ein einzelnes Hohlfaserbündel mit mehreren Hohlfasern 4 dargestellt, die jeweils zwischen zwei einzelnen, axial gegenüberliegenden Pottungen 5 bzw. 6 verlaufen und in den Pottungen fest eingefasst sind. Die einzelnen Pottungen 5
20 und 6 können in einem Halterahmen aufgenommen sein, der mit einer Rasterung mit Längs- und Querstreben versehen ist und pro Pottung 5 bzw. 6 eine beispielsweise rechteckförmige Rasteraufnahme bietet. Die verschiedenen Pottungen 5 und 6 sind im Halterahmen strömungsdicht aufgenommen, so dass Fehlströme an der Randseite jeder Pottung vermieden werden.

25 Im Bereich einer ersten axialen Stirnseite ist in jede Pottung 5 jeweils ein Strömungsrohr 10 integriert, über das der zweite, mit Feuchtigkeit angereicherte Luftstrom 8 in den Innenraum der Filtereinrichtung 1 geleitet wird, welcher außerhalb der Hohlfasern 4 axial entlang strömt. Das Strömungsrohr 10 ist zentrisch in jede Pottung 5 integriert, die
30 Hohlfasern 4 verlaufen außerhalb des Strömungsrohres 10. Das Strömungsrohr 10 weist eine größere axiale Länge als die Pottung 5 auf und überragt die Pottung 5 axial an ihren beiden Stirnflächen. Die Wandung des axial auf der Hohlfaserseite überragenden Abschnittes des Strömungsrohres 10 kann Abströmöffnungen aufweisen,

über die der einströmende, feuchte Luftstrom zusätzlich im Innenraum der Filtereinheit 3 verteilt wird.

Die Strömungsrohre 10 sind in jede einzelne Pottung 5 im Bereich einer Stirnseite der Filtereinheit 3 eingebracht. Die axial gegenüberliegenden Pottungen 6 weisen dagegen kein derartiges Strömungsrohr auf. Die Pottungen 6 ohne Strömungsrohr sind im Vergleich mit den Pottungen 5 mit Strömungsrohr kleiner ausgebildet und besitzen entsprechend eine kleinere Querschnittsfläche, so dass auch die Gesamtquerschnittsfläche, gebildet aus der Summe aller Pottungen pro Stirnseite, im Bereich der Pottungen 6 kleiner ist als im Bereich der Pottungen 5. Dies führt zu einem umlaufenden Strömungsspalt 11 zwischen der Außenseite der Pottungen 6 und der Innenwand des aufnehmenden Filtergehäuses 2, wobei über den Strömungsspalt 11 der zweite Fluidstrom 8, welcher außerhalb der Hohlfasern 4 verläuft, aus dem Innern der Filtereinrichtung 1 abgeleitet wird. Diese Ausführung hat gemeinsam mit der Zufuhr des zweiten Fluidstroms 8 über die Strömungsrohre 10 den Vorteil, dass der zweite, mit Feuchtigkeit beladene Fluidstrom 8 über die gesamte freie axiale Länge der Hohlfasern 4 entlang strömt, was eine effiziente Abgabe von Wasserdampf durch die Hohlfaserwandung und damit eine gute Feuchtigkeitsanreicherung des ersten Fluidstroms 7 innerhalb der Hohlfasern gewährleistet.

Wie Fig. 1 zu entnehmen, ist der Strömungsspalt 11 umlaufend ausgebildet. Die Pottungen 6 sind in einem Befestigungsteil 12 gehalten, das an der Stirnseite des Filtergehäuses 2 abgestützt ist.

Im Bereich der Abströmseite des zweiten, mit Feuchtigkeit angereicherten Fluidstroms 8 befindet sich ein Stellglied 13 in dem ringförmigen Strömungsspalt 11 zwischen der Außenseite der Pottungen 6 und der Innenwand des aufnehmenden Filtergehäuses 2. Es handelt sich um ein passiv ausgeführtes Stellglied 13, das beispielhaft zwei Dichtabschnitte im Strömungsspalt 11 aufweist, die nach Art eines Entenschnabels durch ihre Eigenspannung in einer zwischenliegenden Strömungsspalt versperrenden Dichtposition stehen und bei einem entsprechend hohen Druck des zweiten Fluidstroms 8 aufgeweitet werden, so dass der zwischenliegende Strömungsspalt freigegeben wird und der Fluidstrom 8 abgeleitet werden kann. Hierdurch wird ein erhöhter Druck des

Fluidstroms 8 im Innenraum des Filtergehäuses 2 und eine längere Verweildauer des Fluidstroms 8 erreicht, was zu einem verbesserten Feuchtigkeitsaustausch führt.

Alternativ oder ggf. zusätzlich zu dem aus zwei Dichtlippen bestehenden Stellglied 13
5 im ringförmigen Strömungsspalt 11 kann in einem Abströmstutzen 15, über den der zweite, mit Feuchtigkeit beladene Fluidstrom 8 aus der Filtereinrichtung 1 abgeleitet wird und der an dem Filtergehäuse 2 angeordnet ist, ein Stellglied 14 angeordnet sein, das beispielhaft als eine Stellklappe ausgeführt ist. Die Stellklappe ist vorteilhafterweise ebenfalls als passives Stellglied ausgeführt und wird durch die Kraft eines Feder-
10 elementes in Richtung ihrer Schließposition kraftbeaufschlagt. Durch den Druck im zweiten Fluidstrom 8 wird die Stellklappe 14 gegen die Kraft des auf sie wirkenden Federelementes in die Öffnungsposition verstellt. Die Stellklappe kann ebenfalls als aktives Stellglied ausgeführt sein.

15 Der erste Luftstrom 7, der als trockener Luftstrom durch die Hohlfasern geleitet wird, wird benachbart zur ersten Pottung 5 über einen seitlichen Abströmstutzen 16 aus dem Filtergehäuse 2 abgeleitet. In diesem Abströmstutzen 16 befindet sich ein weiteres Stellglied 17, das ebenfalls als Stellklappe ausgeführt ist, die passiv ausgebildet ist und durch die Kraft eines Federelementes in die Schließposition kraftbeaufschlagt ist. Das
20 Stellglied 17 öffnet, sobald der Druck im ersten Fluidstrom 7 im Bereich der Abströmseite einen entsprechenden Druck übersteigt. Das Stellglied 17 bewirkt eine längere Verweildauer des ersten Fluidstroms 7 in der Filtereinrichtung 1.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ragt das Strömungsrohr 10, das in
25 die erste Pottung 5 integriert ist, und durch das der mit Feuchtigkeit beladene Luftstrom 8 geführt ist, weit in den axialen Bereich zwischen den beiden Pottungen 5 und 6 hinein. In diesem axialen Bereich sind in das Strömungsrohr 10 mehrere als Ventile ausgeführte Stellglieder 18 integriert, die sich jeweils in unmittelbarer axialer Nachbarschaft zu Abströmöffnungen 19 in der Wandung des Strömungsrohrs 10 befinden. Auch die
30 Ventile 18 sind passiv ausgebildet und weisen jeweils ein Ventilglied auf, das durch die Kraft eines Federelementes in die Schließposition kraftbeaufschlagt ist. Die axial hintereinander angeordneten Ventile 18 bilden eine Kaskade und öffnen bei dem Einleiten des Luftstromes 8 in das Strömungsrohr 10 nacheinander, sobald der jedem Ventil zu-

geordnete Druckgrenzwert in dem Luftstrom 8 überschritten ist. Sind alle Ventile 18 geschlossen, kann der Fluidstrom 8 nur über die dem ersten Ventil 18 unmittelbar vorgelagerte Abströmöffnung 19 in den Innenraum des Filtergehäuses 2 eintreten. Mit dem Öffnen des ersten Ventils 18 kann ein weiterer Teilluftstrom zur nächsten Abströmöffnung 19 gelangen und über diese in den Innenraum eintreten. Dies setzt sich mit steigendem Druck im Fluidstrom 8 fort, bis sämtliche Ventile 18 geöffnet sind und der Fluidstrom 8 über sämtliche den Ventilen zugeordneten Abströmöffnungen 19 in den Innenraum gelangt.

10 Auch im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist dem Strömungsrohr 10, durch das der zweite, mit Feuchtigkeit beladene Fluidstrom 8 geführt wird, in dem axialen Abschnitt zwischen den beiden Pottungen 5 und 6 ein Stellglied 20 zugeordnet, über das druckabhängig die Abströmung des Fluids 8 aus dem Strömungsrohr 10 über verschiedene, axial beabstandete Abströmöffnungen 19 in der Wandung des Strömungsrohrs 10 ein-

15 stellbar ist. Das Stellglied 20 ist als ein mechanischer Schieberegler ausgebildet, der das Strömungsrohr 10 übergreift und in Achsrichtung entlang des Strömungsrohrs 10 im axialen Abschnitt zwischen den Pottungen 5 und 6 verschieblich gelagert ist. Der Schieberegler 20 stützt sich an einem Federelement 21 ab, das in die zweite Pottung 6 integriert ist. Durch die Kraft des Federelementes 21 wird der Schieberegler 20 in seiner

20 Schließposition gehalten, in der sämtliche Abströmöffnungen 19 in der Wandung des Strömungsrohrs 10 verschlossen sind. Mit zunehmendem Druck des Fluidstroms 8 wird der Schieberegler 20 gegen die Kraft des Federelementes 21 in die Öffnungsposition verstellt, wodurch nach und nach immer weitere Abströmöffnungen 19, die in axialem Abstand in das Strömungsrohr 10 eingebracht sind, freigegeben werden, so dass der

25 Fluidstrom 8 aus dem Strömungsrohr 10 in den Innenraum des Filtergehäuses 2 eintreten kann.

In den verschiedenen Ausführungsbeispielen sind passive Stellglieder dargestellt, welche druckabhängig geschaltet werden. Grundsätzlich kommen auch aktive Stell-

30 glieder in Betracht, die als Aktor ausgeführt sind und in Abhängigkeit eines gemessenen Signals, insbesondere einer Zustandsgröße wie z.B. des Drucks zwischen Schließ- und Öffnungsposition geschaltet werden.

Ansprüche

1. Filtereinrichtung mit mindestens einer in einem Filtergehäuse (2) aufgenommenen
Filtereinheit (3), die mindestens eine zwischen zwei Pottungen (5, 6) eingefasste
5 Hohlaser (4) mit wasserdampfdurchlässiger Wandung umfasst, wobei ein erster
Fluidstrom (7) innerhalb der Hohlaser (4) und ein zweiter Fluidstrom (8) außerhalb
der Hohlaser (4) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in eine Pottung (5) an
einer Stirnseite ein Strömungsrohr (10) eingebracht ist, das durch die Pottung (5)
hindurchgeführt ist und sich in den axialen Bereich zwischen den beiden Pottungen
10 (5, 6) erstreckt, in dem mindestens ein Stellglied (18, 20) zur Beeinflussung des
Fluidstroms (8) vom Strömungsrohr (10) in den Innenraum des Filtergehäuses (2)
angeordnet ist.
2. Filtereinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über das Stell-
15 glied (18, 20) die axiale Position der Einstromung des Fluidstroms (7, 8) vom
Strömungsrohr (10) in den Innenraum des Filtergehäuses (2) beeinflussbar ist.
3. Filtereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die
Wandung des Strömungsrohrs (10) mindestens eine Abströmöffnung (19) einge-
20 bracht ist, wobei die Höhe des über die Abströmöffnung (19) austretenden Fluid-
stroms (8) über das Stellglied (18, 20) einstellbar ist.
4. Filtereinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** axial über die
Länge des sich zwischen den beiden Pottungen (5, 6) erstreckenden Bereiches
25 mehrere Abströmöffnungen (19) in das Strömungsrohr (10) eingebracht sind.
5. Filtereinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Stell-
glieder (18, 20) zur Einstellung der Höhe des Fluidstroms (8) durch verschiedene
Abströmöffnungen (19) vorhanden sind.
- 30 6. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Stellglied (18) als Ventil ausgebildet ist.

7. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (20) als Schieberegler ausgebildet ist, der axial zwischen einer Schließ- und einer Öffnungsposition verstellbar ist.
- 5 8. Filtereinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schieberegler (20) von einem Federelement (21) in eine Schließposition kraftbeaufschlagt ist.
9. Filtereinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Federelement (21) sich an einer Pottung (6) abstützt.
- 10 10. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungsrohr (10) axial zwischen den beiden Pottungen (5, 6) endet.
- 15 11. Filtereinrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit mindestens einer in einem Filtergehäuse (2) aufgenommenen Filtereinheit (3), die mindestens eine zwischen zwei Pottungen (5, 6) eingefasste Hohlfaser (4) mit wasserdampfdurchlässiger Wandung umfasst, wobei ein erster Fluidstrom (7) innerhalb der Hohlfaser (4) und ein zweiter Fluidstrom (8) außerhalb der Hohlfaser (4) geführt ist,
- 20 **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbart zur Abströmseite eines Fluidstroms (7, 8) im Filtergehäuse (2) ein Stellglied (13, 14, 17) zur Einstellung des abströmenden Fluidstroms (7, 8) angeordnet ist.
12. Filtereinrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen
- 25 einer Pottung (6) und dem aufnehmenden Filtergehäuse (2) ein Strömungsspalt (11) für den außerhalb der Hohlfaser (4) geführten Fluidstrom (8) gebildet und das Stellglied (13) in dem Strömungsspalt (11) angeordnet ist.
13. Filtereinrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
- 30 Stellglied (14, 17) in einem Abströmstutzen (15, 16) am Filtergehäuse (2) angeordnet ist, über den der Fluidstrom (7, 8) aus dem Filtergehäuse (2) abgeleitet wird.

14. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (14) benachbart zur Abströmseite des außerhalb der Hohlfaser (4) geführten Fluidstroms (8) angeordnet ist.

5

15. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (17) benachbart zur Abströmseite des innerhalb der Hohlfaser (4) geführten Fluidstroms (7) angeordnet ist.

10 16. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (13) eine Dichtlippe oder ein Schirmventil umfasst, die bzw. das einen Strömungsweg verschließt bzw. freigibt.

15 17. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (14, 17) als Stellklappe ausgebildet ist.

18. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied von einem axial verstellbaren Gehäusedeckel gebildet ist, der einen benachbart zu einer Pottung (6) verlaufenden Strömungsweg begrenzt.

20

19. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (13, 14, 17, 18, 20) als passives Stellglied ausgeführt ist, das von einer System- oder Kenngröße der Filtereinrichtung (1), insbesondere des Drucks, der Feuchtigkeit oder des Volumenstroms des Fluidstroms (7, 8), verstellbar ist.

25

20. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellglied (13, 14, 17, 18, 20) als aktives Stellglied ausgeführt ist, das in Abhängigkeit einer System- oder Kenngröße der Filtereinrichtung (1), insbesondere des Drucks, der Feuchtigkeit oder des Volumenstroms des Fluidstroms (7, 8), verstellbar ist.

30

21. Filtereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pottung (6) an einer axialen Stirnseite im aufnehmenden Filtergehäuse (2) axial längsverschieblich geführt ist.

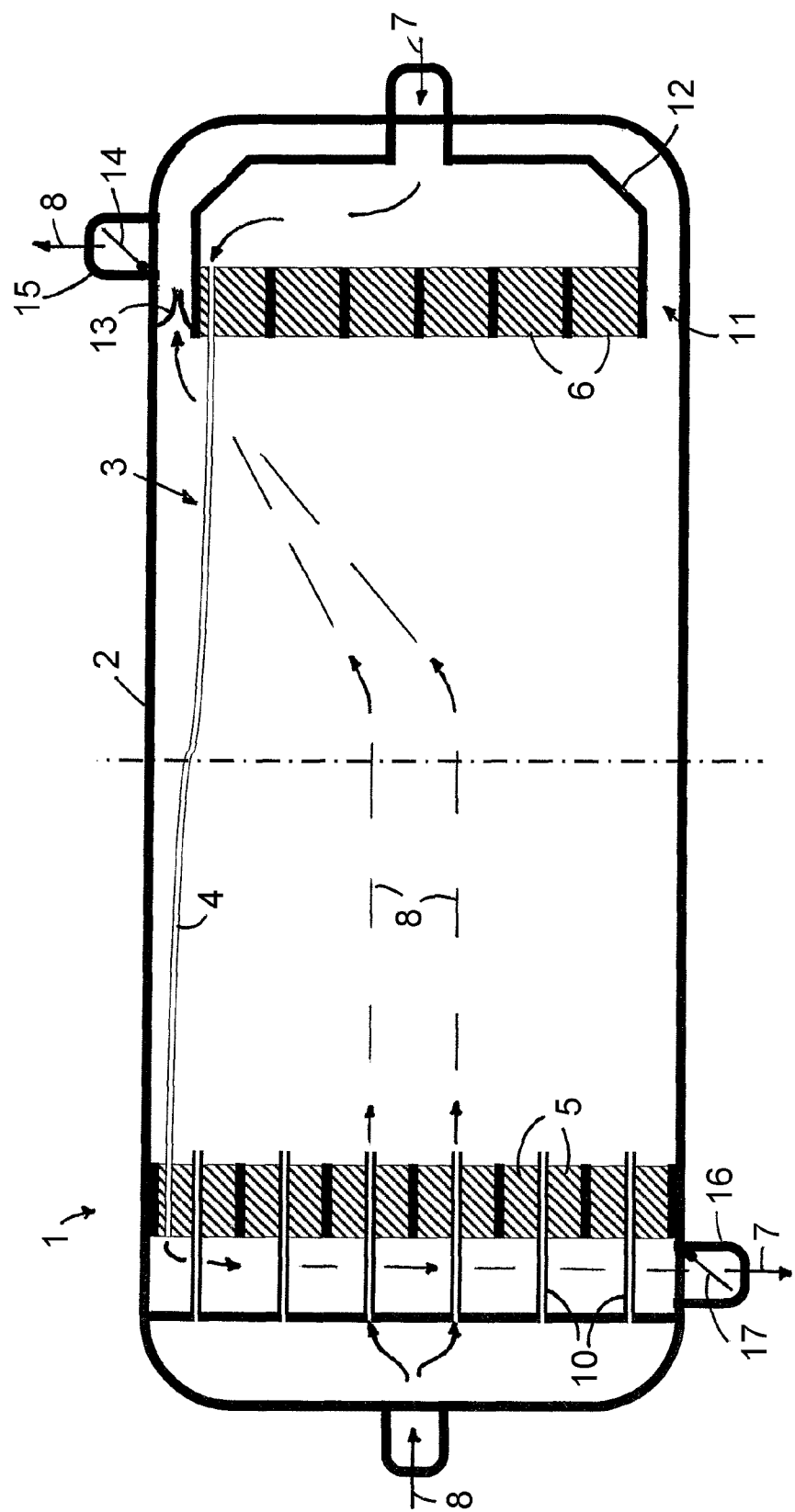


Fig. 1

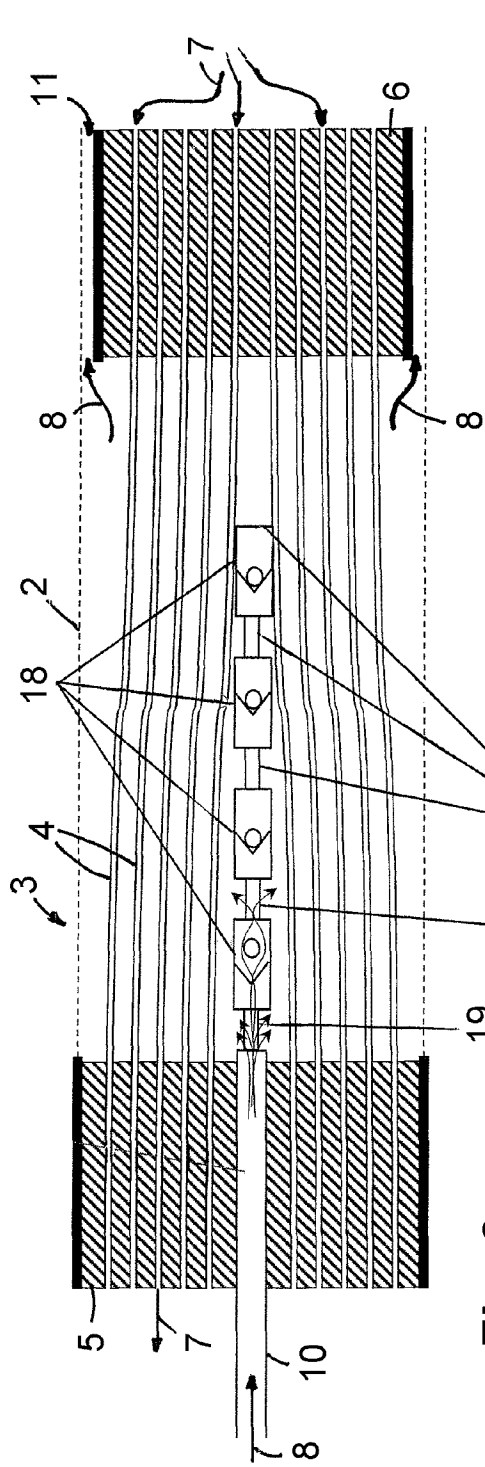


Fig. 2

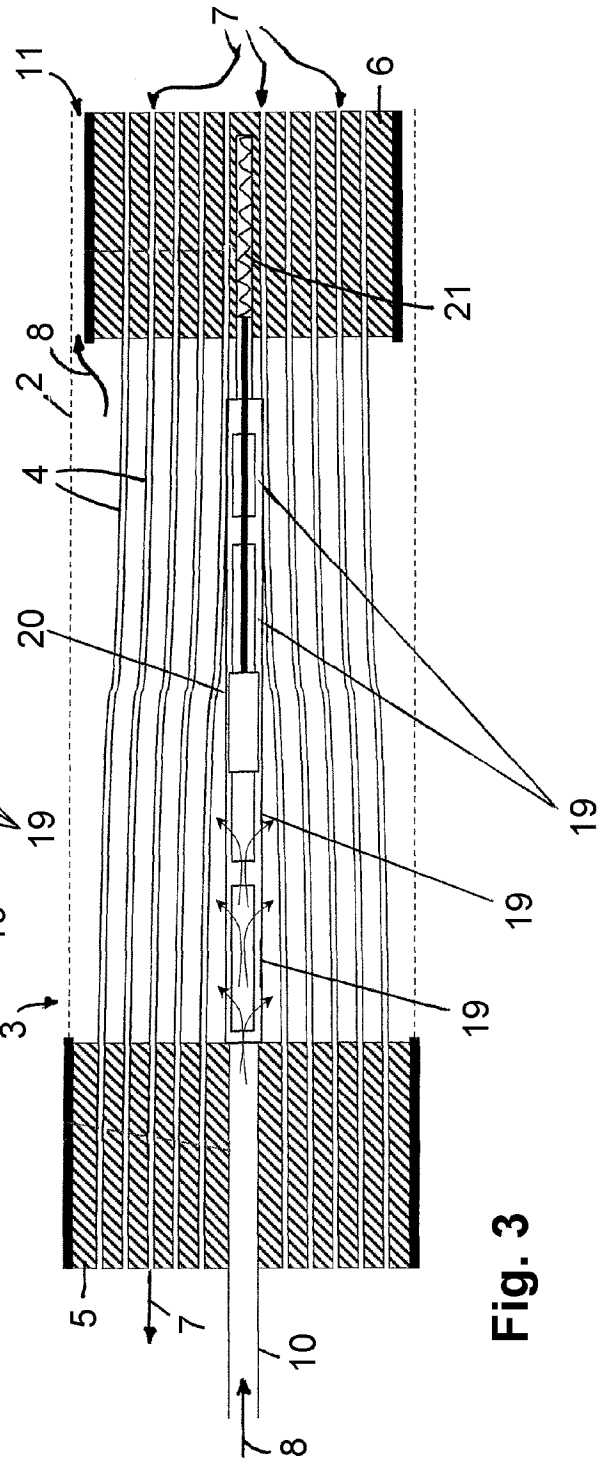


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/066050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01D53/22 B01D63/02
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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/139320 A1 (SHIMANUKI HIROSHI [JP] ET AL) 3 October 2002 (2002-10-03)	1-5,10, 19-21
Y	claims 1-11; figure 1a -----	12
X	US 4 312 757 A (BRUMFIELD ROBERT C) 26 January 1982 (1982-01-26)	1-9,11, 13-21
	claims 4-9; figures 1-6 -----	
X	DE 10 2011 110591 A1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 21 February 2013 (2013-02-21)	1-3,10, 11, 13-15, 19-21
	paragraphs [0011], [0056] - paragraph [0057]; figures 3-9 -----	
X	US 2003/047077 A1 (GIGLIA SALVATORE [US] ET AL) 13 March 2003 (2003-03-13)	1-7,9, 11,13-21
	claims 1-7; figures 1-4 -----	
	-/-	



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 application or patent 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

17 September 2015

Date of mailing of the international search report

05/10/2015

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

Kukolka, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066050

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/162455 A1 (BIKSON BENJAMIN [US] ET AL) 7 November 2002 (2002-11-07) figure 1	12

A	DE 10 2013 004839 A1 (DAIMLER AG [DE]) 9 January 2014 (2014-01-09) cited in the application claims 1-10	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/066050

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002139320 A1	03-10-2002	CA 2379429 A1 DE 10214078 A1 JP 3765531 B2 JP 2002292233 A US 2002139320 A1	30-09-2002 17-10-2002 12-04-2006 08-10-2002 03-10-2002
US 4312757 A	26-01-1982	NONE	
DE 102011110591 A1	21-02-2013	DE 102011110591 A1 WO 2013023896 A1	21-02-2013 21-02-2013
US 2003047077 A1	13-03-2003	NONE	
US 2002162455 A1	07-11-2002	BR 0301693 A EP 1374974 A2 JP 4014094 B2 JP 2003340229 A US 2002162455 A1	24-08-2004 02-01-2004 28-11-2007 02-12-2003 07-11-2002
DE 102013004839 A1	09-01-2014	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B01D53/22 B01D63/02
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/139320 A1 (SHIMANUKI HIROSHI [JP] ET AL) 3. Oktober 2002 (2002-10-03)	1-5,10, 19-21
Y	Ansprüche 1-11; Abbildung 1a -----	12
X	US 4 312 757 A (BRUMFIELD ROBERT C) 26. Januar 1982 (1982-01-26) Ansprüche 4-9; Abbildungen 1-6 -----	1-9,11, 13-21
X	DE 10 2011 110591 A1 (MANN & HUMMEL GMBH [DE]) 21. Februar 2013 (2013-02-21) Absätze [0011], [0056] - Absatz [0057]; Abbildungen 3-9 -----	1-3,10, 11, 13-15, 19-21
X	US 2003/047077 A1 (GIGLIA SALVATORE [US] ET AL) 13. März 2003 (2003-03-13) Ansprüche 1-7; Abbildungen 1-4 ----- -/-	1-7,9, 11,13-21

☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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

17. September 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/10/2015

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

Kukolka, Florian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2002/162455 A1 (BIKSON BENJAMIN [US] ET AL) 7. November 2002 (2002-11-07) Abbildung 1	12
A	----- DE 10 2013 004839 A1 (DAIMLER AG [DE]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-10 -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066050

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002139320	A1	03-10-2002	CA 2379429 A1	30-09-2002
			DE 10214078 A1	17-10-2002
			JP 3765531 B2	12-04-2006
			JP 2002292233 A	08-10-2002
			US 2002139320 A1	03-10-2002

US 4312757	A	26-01-1982	KEINE	

DE 102011110591	A1	21-02-2013	DE 102011110591 A1	21-02-2013
			WO 2013023896 A1	21-02-2013

US 2003047077	A1	13-03-2003	KEINE	

US 2002162455	A1	07-11-2002	BR 0301693 A	24-08-2004
			EP 1374974 A2	02-01-2004
			JP 4014094 B2	28-11-2007
			JP 2003340229 A	02-12-2003
			US 2002162455 A1	07-11-2002

DE 102013004839	A1	09-01-2014	KEINE	
