

(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  
1. August 2013 (01.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/110370 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F16L 41/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/072510

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. November 2012 (13.11.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 201 129.3  
26. Januar 2012 (26.01.2012) DE

(71) Anmelder: AREVA GMBH [DE/DE]; Paul-Gossen-  
Strasse 100, 91052 Erlangen (DE).

(72) Erfinder: BÜTTNER, Robert; Elsterweg 37, 91091  
Grossenseebach (DE). SCHULZE, Günther; Tannenstr.  
18, 90556 Seukendorf (DE). WALTERSKÖTTER, Ralf;  
Herbstwiese 119, 91466 Gerhardshofen (DE).

(74) Anwalt: KUGLER, Jörg; Eschersheimer Landstr. 105-  
107, 60322 Frankfurt am Main (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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, 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.

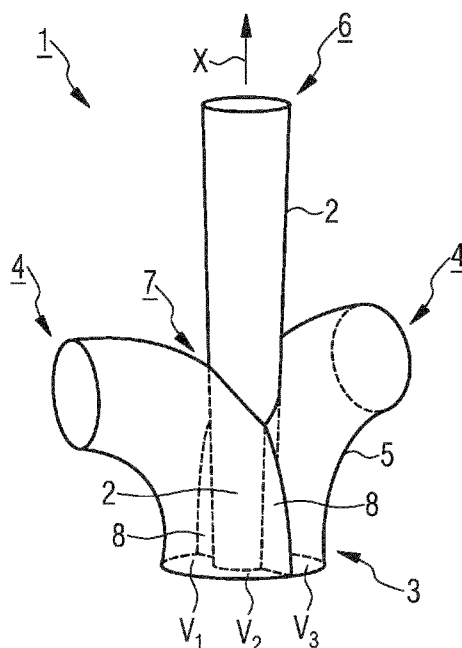
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR SEPARATING A FLUID MASS FLOW

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR SEPARATION EINES FLUID-MASSENSTROMS

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a device (1) for separating a fluid mass flow ( $M_0$ ) in a nuclear plant, comprising a primary end piece (3) for conducting the fluid mass flow ( $M_0$ ) and a plurality of secondary end pieces (4, 6) for conducting a plurality of separate partial flows ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) of the fluid mass flow ( $M_0$ ), wherein a number of separating elements (2, 8) is provided in the area within the primary end piece (3), and each of the partial areas ( $V_1$ ;  $V_2$ ,  $V_3$ ) defined by the separating element (2, 8) or the separating elements (2, 8) opens in a secondary end piece (4, 6) clearly assigned to the partial area ( $V_1$ ;  $V_2$ ,  $V_3$ ).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung (1) zur Separation eines Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ) in einer kerntechnischen Anlage angegeben, mit einem primären Endstück (3) zur Durchführung des Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ) und mit einer Mehrzahl von sekundären Endstücken (4, 6) zur Durchführung einer Mehrzahl von separaten Teilströmen ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) des Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ), wobei eine Anzahl von Trennungselementen (2, 8) im Bereich innerhalb des primären Endstückes (3) vorgesehen ist, und jeder der durch das Trennungselement (2, 8) oder die Trennungselemente (2, 8) definierten Teilbereiche ( $V_1$ ;  $V_2$ ,  $V_3$ ) in einem dem Teilbereich ( $V_1$ ;  $V_2$ ,  $V_3$ ) eindeutig zugeordneten sekundärem Endstück (4, 6) mündet.



**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

## Beschreibung

### **Vorrichtung zur Separation eines Fluid-Massenstroms**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Separation eines Fluid-Massenstroms, insbesondere zum Einsatz in einer kerntechnischen Anlage.

Derartige Vorrichtungen sind in der Regel als Teilsegmente von Rohrleitungen bildenden Mehrwegeverteilern ausgebildet und werden eingesetzt, um in Rohrleitungen geführte Flüssigkeits-, Gas- oder Dampfströme (Fluid-Massenströme) voneinander zu trennen und in eine Mehrzahl von Teilströmen aufzuspalten. In entsprechender Weise können sie bei Umkehr der Strömungsverhältnisse auch zur Zusammenführung separater Teilströme verwendet werden.

In einer kerntechnischen Anlage, beispielsweise in einer Kernkraftwerksanlage, werden in den Wasserkreisläufen – beispielsweise im primären Reaktor-Kühlkreislauf oder in den Turbinenkreisläufen – Rohrleitungssysteme mit derartigen Verteilern eingesetzt, insbesondere 3-Wege-Verteiler. Innerhalb der Kreisläufe können Druck und Temperatur hohe Werte erreichen oder das Wasser kann mit Ionen oder mit radioaktiven Feststoffpartikeln vermischt sein, so dass die Rohrleitungssysteme insgesamt, und in den Rohrleitungssystemen insbesondere die Verteiler, hohen Beanspruchungen ausgesetzt sind, unter denen sie langfristig dicht sein und sehr zuverlässig funktionieren müssen. An Verteiler ist zudem die Forderung gestellt, einen Flüssigkeitsstrom in Teilströme mit einem vorgegebenen Massenstromverhältnis zu separieren, welches auch bei veränderlichen Drücken, Temperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten möglichst gleichbleibend ist.

Für Mehrwegeverteiler werden üblicherweise Rohrverschneidungen umfassende Verbindungselemente eingesetzt. So stellt insbesondere ein Kreuzstück eine bekannte und standardmäßig verwendete Bauform für einen 3-Wege-Verteiler dar. Ein durch ein Endstück des Kreuzstückes einströmender Fluid-Massenstrom verteilt sich bei gleichbleibender Strömungsrichtung auf die restlichen drei Endstücke,

über die die separierten Teilströme abfließen. Das Massenverhältnis der Teilströme wird dabei im Wesentlichen durch die Verhältnisse der Rohrdurchmesser der Endstücke und durch die Winkel zwischen den Endstücken und des Weiteren durch die Druckverluste in den Rohrleitungen der drei Teilströme eingestellt.

Nachteiligerweise bildet eine Strömung innerhalb eines Kreuzstückes an den Kanten der Rohrverzweigungen Instabilitäten aus, so dass sich je nach Druck- und Geschwindigkeitsverteilung in der Strömung Verwirbelungen und Turbulenzen ausbilden, die zu einem zeitlich veränderlichen Massenverhältnis der Teilströme führen können. Zwar kann die Turbulenzbildung an den Kanten durch eine Glättung der Rohrprofile im Bereich der Kanten vermindert werden, allerdings bilden sich Instabilitäten und Verwirbelungen allein schon durch die Aufteilung der annähernd laminaren Primärströmung im Mittelteil des Kreuzstückes aus. Durch eine Winkelung der Rohrendstücke des Kreuzstückes in Strömungsrichtung kann diese Wirkung zwar vermindert, jedoch nicht komplett vermieden werden. Durch Verwirbelungen und Turbulenzen ist die Reibung in der Strömung im Vergleich zu einer nicht-ablösenden Strömung erhöht. Das Kreuzstück ist im Vergleich zu einem geraden Rohrsegment einer hohen Belastung ausgesetzt. Insbesondere im Bereich der Kanten des Kreuzstückes ist die Belastung besonders hoch.

Ein Kreuzstück wird in der Regel aus mehreren Rohrendstücken zusammengesweißt. Die Schweißnähte müssen daher besonders stabil ausgeführt sein. Zudem sind in definierten Zeitabständen Untersuchungen erforderlich, um den Zustand der Schweißnähte zu überprüfen. Bei der Verwendung von Kreuzstücken als 3-Wege-Verteiler hat dies insbesondere einen erhöhten Prüf- und Wartungsaufwand zur Folge.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es somit, eine Vorrichtung anzugeben, mit der ein Fluid-Massenstrom – insbesondere in einer kerntechnischen Anlage – in Teilströme mit einem vorgegebenen Massenstromverhältnis separiert werden kann, wobei das Massenstromverhältnis der Teilströme unter veränderlichen Druck-, Temperatur-, und Geschwindigkeitsverteilungen im Fluid-Massenstrom möglichst gleichbleibend ist. Ferner wird angestrebt, dass die Teilströme möglichst stabil und tur-

bulenzarm sind, so dass die Vorrichtung möglichst geringen Belastungen ausgesetzt ist, somit möglichst zuverlässig ist und wartungsarm im sicherheitskritischen Umfeld, etwa in einer kerntechnischen Anlage eingesetzt werden kann. Eine besondere Herausforderung stellt die Aufgabe dar, die Strömungsseparation so zu gestalten, dass es nicht zu schwankenden oder hin und her pendelnden Teilströmen kommt, sondern dass jeder Teilstrom für sich zeitlich stabil bleibt.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Danach wird eine Vorrichtung zur Separation eines Fluid-Massenstroms, insbesondere zum Einsatz in einer kerntechnischen Anlage, vorgeschlagen, mit einem primären Endstück zur Durchführung des Fluid-Massenstroms und mit einer Mehrzahl von sekundären Endstücken zur Durchführung einer Mehrzahl von separaten Teilströmen des Fluid-Massenstroms, wobei eine Anzahl von Trennungselementen im Bereich innerhalb des primären Endstückes vorgesehen ist, und jeder der durch das Trennungselement oder die Trennungselemente definierten Teilbereiche in einem dem Teilbereich eindeutig zugeordneten sekundären Endstück mündet.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, den Fluid-Massenstrom im nicht-ablösenden, quasi-laminaren Bereich des Strömungsfeldes, in dem ein relativ homogenes Geschwindigkeitsfeld vorliegt und keine Querschnittsversperrungen vorhanden sind, mit Hilfe von Trennungselementen geometrisch zu separieren, so dass die Teilströme unmittelbar in den durch das Trennungselement oder die Trennungselemente vorgegebenen Teilbereichen entstehen und von dort an wechselwirkungsfrei weitergeführt und in die jeweiligen Endstücke geleitet werden (sogenannte hydraulische Entkopplung). Bei dieser Art der Separation wird die Strömung im Nahbereich der Aufteilung nicht gestört, so dass eine weitgehend homogene und störungsfreie Aufteilung des Gesamtmassenstromes in eine Mehrzahl von Teilströmen möglich ist. Durch die jeweils getrennte Weiterführung jedes Teilstromes findet keine wechselseitige Beeinflussung der Teilströme statt, so dass – anders als im zentralen Bereich eines Kreuzstückes – keine großräumigen Verwirbelungen und Turbulenzen in der Strömung auftreten, die zu einer erhöhten inneren Reibung in der Strömung und zu zeitlich veränderlichen Massenstromver-

hältnissen der Teilmassenströme zueinander führen würden. Die Massenverhältnisse der Teilmassenströme sind zeitlich weitgehend konstant und hängen im Wesentlichen nur noch von den Größenverhältnissen der durch die Trennungselemente definierten Teilbereiche und von dem Gesamtmassenstrom selbst ab.

In entsprechender Weise können – bei einer Umkehrung der Strömungsrichtung – mit Hilfe der Vorrichtung eine Mehrzahl von Fluid-Massenströmen zu einem Gesamtmassenstrom zusammengeführt werden. Das Trennungselement oder die Trennungselemente führen in diesem Fall dazu, dass die unterschiedlichen Teilströme erst an einem Ort zusammenfließen, an dem sie im Wesentlichen parallel zueinander geführt sind. Entsprechend dem Fall der Massenstromseparation wird dadurch die wechselseitige Beeinflussung der Teilströme reduziert, so dass im Strömungsfeld des Gesamtmassenstroms im Bereich der Zusammenführung weniger Instabilitäten auftreten als bei der Zusammenführung mit Hilfe eines Kreuzstückes.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung ist die Anzahl der Teilbereiche gleich der Anzahl der sekundären Endstücke. Damit ist jedem Teilmassenstrom genau ein sekundäres Endstück der Vorrichtung zugeordnet, in das der jeweilige Teilmassenstrom geleitet wird.

Vorteilhafterweise weist die Vorrichtung eine ausgezeichnete Symmetrieachse auf. Eine derartige Symmetrieachse ist vorzugsweise identisch zu der zentralen Längsachse des primären Endstückes. Weiterhin weist vorzugsweise die Vorrichtung mit den sekundären Endstücken bezüglich Drehungen der Vorrichtung um diese Symmetrieachse eine diskrete Symmetrie auf. Dies bedeutet, dass die Vorrichtung bei einer Drehung um die Symmetrieachse aus einer Ausgangsposition um einen ganzzahligen Bruchteil von  $360^\circ$  die Vorrichtung identisch aussieht wie in der Ausgangsposition. In einer besonders bevorzugten Variante liegt die Symmetrieachse in einer Symmetrieebene, bezüglich derer der die Vorrichtung spiegelsymmetrisch ist.

Mittels einer möglichst symmetrischen Formgebung kann die Vorrichtung besonders kompakt und platzsparend realisiert werden, was insbesondere für Transport, Installation und Wartung in einer sicherheitskritischen Umgebung – wie in einer kerntechnischen Anlage – von besonderer Bedeutung ist.

In einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung ist die Vorrichtung als ein 3-Wege-Verteiler ausgebildet. Ein 3-Wege-Verteiler weist drei sekundäre Endstücke auf, wobei in der Regel zumindest zwei der sekundären Endstücke im Wesentlichen gleichartig ausgebildet sind. Bei einer besonders bevorzugten Formgebung eines 3-Wege-Verteilers ist eines der sekundären Endstücke in Fortsetzung des primären Endstückes ausgebildet, so dass die Symmetrieachse der Vorrichtung und die zentrale Längsachse des primären Endstückes auch die zentrale Längsachse dieses sekundären Endstückes darstellt. Die weiteren beiden Endstücke sind im Wesentlichen gleichartig geformt und bzgl. der Symmetrieachse einander gegenüberliegend angeordnet, so dass die Vorrichtung insgesamt eine 180°-Rotationssymmetrie bzw. eine Spiegelsymmetrie aufweist.

Zweckdienlicherweise ist zumindest ein Endstück in Form eines Führungsrohres ausgebildet. Insbesondere können das primäre Endstück und/oder zumindest ein sekundäres Endstück in Form eines Führungsrohres ausgebildet sein. In einer zweckmäßigen Weiterbildung der Vorrichtung sind das primäre Endstück und die sekundären Endstücke in Form von Führungsrohren ausgebildet, die jeweils für eine geeignete Verbindung mit jeweils einer passenden Rohrleitung vorgesehen sind.

In der zuletzt dargelegten Ausführungsform der Vorrichtung weist das oder jedes Führungsrohr bevorzugt eine glatte Krümmung auf. Daraus folgt insbesondere, dass dem jeweiligen Führungsrohr keine die Strömung störenden Ecken, Kanten und Vorsprünge eingeprägt sind, und/oder dass das Führungsrohr nicht ohne eine kontinuierliche Formanpassung aus einem anderen Rohr abzweigt, im Gegensatz zu der bei einem Kreuzstück üblicherweise existierenden Gestaltung. An einer Ecke oder Kante oder allgemein an einer diskontinuierlichen Formänderung der Oberfläche lösen sich Strömungen in bevorzugter Weise ab, und das Strömungs-

feld der Strömung in einem Bereich um die jeweilige Ecke bzw. Kante bzw. diskontinuierliche Formänderung zeigt ein instationäres Verhalten mit Ablösung / Verwirbelung und ist verlustbehaftet. Durch eine glatte Oberflächenkrümmung wird eine derartige Ablöseneigung weitgehend minimiert, so dass die Strömung in dem Rohr weitgehend störungsfrei fließt und somit eine vergleichsweise geringe Belastung auf das Rohr ausgeübt wird und geringe Verluste auftreten.

Demgegenüber kann – beispielsweise durch eine gezielte Oberflächenstrukturierung auf der Innenseite des oder jeden Führungsrohres – eine Bildung von Mikroturbulenzen durchaus erwünscht sein, da solche Mikroturbulenzen die Ausbildung einer charakteristischen Grenzschicht zwischen einem laminaren Strömungsfeld und einer Grenzfläche – in diesem Fall die Innenfläche des Führungsrohres – unterdrücken können, wodurch eine Übertragung von Strömungskräften auf das Rohr im Vergleich zur laminaren Grenzschicht weiter vermindert werden kann. Solche Mikroturbulenzen sind jedoch im Wesentlichen auf den unmittelbaren Grenzbereich der Strömung zur Rohrrinnenfläche beschränkt, so dass das gesamte Strömungsfeld des Fluid-Massenstroms im Wesentlichen laminar ausgebildet ist. Die gezielte Herbeiführung von Mikroturbulenzen zur Verminderung von Dissipationskräften im Grenzbereich zwischen Strömungen und Grenzflächen durch eine Mikrostrukturierung der jeweiligen Oberfläche ist auch als Haifischhaut-Effekt bekannt.

Zumindest ein Trennungselement ist zweckmäßigerweise in Form eines konzentrisch zu dem primären Endstück angeordneten inneren Führungsrohres ausgebildet. Dabei wird durch das Verhältnis des Querschnittes des primären Endstückes und des Querschnittes des inneren Führungsrohres bzgl. einer zu der Symmetrieachse orthogonalen Querschnittsebene das Verhältnis der Teilmassenströme reguliert, welche aus dem gesamten Fluid-Massenstrom separiert werden.

Weiterhin bildet vorzugsweise das innere Führungsrohr ein sekundäres Endstück aus. Somit ist in dieser Weiterbildung der Vorrichtung das Trennungselement unmittelbar als ein Teil dieses sekundären Endstückes ausgebildet. Der Teilstrom des Fluid-Massenstroms, der parallel zur Symmetrieachse geführt wird, wird somit



innerhalb des inneren Führungsrohres abgeleitet. Die anderen Teilströme des Fluid-Massenstroms werden um das innere Führungsrohr herum geleitet und jeweils an einer geeigneten Position von der Symmetrieachse in unterschiedliche Richtungen abgezweigt.

Zweckdienlicherweise ist zumindest ein Trennungselement in Form einer Trennflosse ausgebildet. Eine derartige Trennflosse stellt ein im Wesentlichen ebenes Flächensegment dar, wobei das Flächensegment im Wesentlichen parallel zur Hauptströmungsrichtung des gesamten Fluid-Massenstroms ausgerichtet ist. In einer alternativen Ausführungsform der Vorrichtung kann die Trennflosse kontinuierlich gekrümmt sein und/oder die Ausrichtung der Trennflosse eine Neigung zur Hauptströmungsrichtung des gesamten Fluid-Massenstroms aufweisen, so dass, ähnlich wie bei einer feststehenden Turbinenschaufel, das Strömungsfeld – kontinuierlich zunehmend – in eine Rotationsbewegung versetzt wird, und dass bei entsprechender Ausformung der durch das Trennungselement definierten Teilbereiche die Teilströme mit einer Windung bzgl. der Symmetrieachse der Vorrichtung in die jeweiligen sekundären Endstücke einmünden.

In einer besonders geeigneten Ausführungsform der Vorrichtung ist die Trennflosse oder sind die Trennflossen zwischen dem primären Endstück und dem inneren Führungsrohr angeordnet. Auf diese Weise kann mit einer Mehrzahl von Trennflossen der Bereich zwischen der Innenwand des primären Endstückes und dem inneren Führungsrohr in – zweckmäßigerweise gleich große – Sektoren aufgeteilt werden.

In einer ganz besonders geeigneten Ausführungsform der Vorrichtung umschließt das zu dem primären Endstück konzentrisch angeordnete und ein erstes sekundäres Endstück ausbildende innere Führungsrohr die Symmetrieachse, und sind zwei bzgl. der Symmetrieachse einander gegenüberliegend angeordnete Trennflossen vorgesehen, und die beiden bzgl. einer zur Symmetrieachse orthogonalen Querschnittsebene im Bereich des primären Endstückes halbkreisringförmigen Teilbereiche münden in zwei gleichartige und bzgl. der Symmetrieachse einander gegenüberliegend angeordnete sekundäre Endstücke.

Diese zuletzt genannte Ausführungsform bildet einen 3-Wege-Verteiler, wobei die durch die beiden gleichartigen sekundären Endstücke geführten Teilmassenströme des gesamten Fluid-Massenstroms im Wesentlichen gleich groß sind und die Größe dieser Teilmassenströme jeweils durch das Produkt aus einer der Querschnittsflächen der halbkreisringförmigen Teilbereiche und aus der Strömungsgeschwindigkeit des Fluid-Massenstroms bestimmt ist. Die Größe des parallel zur Symmetrieachse geführten Teilstroms des Fluid-Massenstroms ist durch das Produkt aus der Querschnittsfläche des inneren Führungsrohres im Bereich des primären Endstückes und aus der Strömungsgeschwindigkeit des Fluid-Massenstroms bestimmt.

In einer zweckmäßigen Weiterbildung der Vorrichtung nimmt der Innendurchmesser des rohrförmig ausgebildeten primären Endstückes im Bereich der Trennflossen einen Wert im Wesentlichen zwischen 500 mm und 600 mm an, und/oder nimmt der Innendurchmesser des inneren Führungsrohres im Bereich des primären Endstückes einen Wert im Wesentlichen zwischen 180 mm und 200 mm an, und/oder nimmt der Innendurchmesser des inneren Führungsrohres im endseitigen Bereich gegenüberliegend dem Bereich des primären Endstückes einen Wert im Wesentlichen zwischen 180 mm und 300 mm an, und/oder nimmt der Innendurchmesser der gleichartigen sekundären Endstücke einen Wert zwischen 300 mm und 400 mm an.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Vorrichtung betreffen ihre Ausbildung als einstückiges Formteil oder ihre Zusammensetzung aus einer Mehrzahl von einstückig ausgebildeten Formteilen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Vorrichtung als ein einstückiges Formteil ausgebildet. Ein solches einstückig ausgebildetes Formteil wird vorzugsweise in einem Guss gefertigt und ist daher besonders robust und somit besonders wartungsarm. Insbesondere weist ein einstückig ausgebildetes Formteil keine Schweißnähte auf, welche als potentiell schwächste Bereiche einer Konstruktion besonders häufig überprüft werden müssen.

In einer alternativen Ausführungsform ist die Vorrichtung aus einer Mehrzahl von einstückig ausgebildeten Formteilen zusammengesetzt. Zwar zeichnen sich einstückige Formteile durch ein besonders hohes Maß an Robustheit und Stabilität aus, jedoch kann die Herstellung der Vorrichtung aus einem Guss bei einer hohen Komplexität der Formgebung aufwendig und dementsprechend kostenintensiv sein, so dass eine Zusammensetzung der Vorrichtung aus mehreren einstückigen ausgebildeten, jedoch jeweils in sich weniger komplex geformten Formteilen bevorzugt sein kann.

In einer besonders bevorzugten Weiterbildung der zuletzt genannten Ausführungsvariante der Vorrichtung in Form eines 3-Wege-Verteilers ist dieser aus einem inneren Führungsrohr und einer äußeren Rohrverzweigung zusammengesetzt, wobei das Innere Führungsrohr durch eine Aussparung in der Rohrverzweigung durch die Rohrverzweigung geführt ist, und wobei die Aussparung bzgl. der Symmetrieachse dem primären Endstück gegenüberliegend angeordnet ist. Darüber hinaus sind vorzugsweise die Trennflossen mit dem Führungsrohr und/oder mit der Rohrverzweigung fest verbunden und sind beispielsweise in schienenförmigen Aussparungen in der Rohrverzweigung bzw. in dem Führungsrohr mit der Rohrverzweigung bzw. mit dem Führungsrohr verbunden.

Weiterhin ist zweckmäßigerweise für eine Verbindung von zumindest zwei der einstückig ausgebildeten Formteile eine Schraub-, Steck- und/oder Bajonettverbindung vorgesehen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass ein in einer zentralen Rohrleitung geführter Fluid-Massenstrom durch die für eine konsequente hydraulische Entkopplung ausgelegte neuartige Verteilergeometrie auf engstem Raum verlustarm in drei zeitlich stabile (konstante) Teil-Massenströme aufgeteilt und in drei separate Rohrleitungen überführt werden kann. Verallgemeinerungen auf Vier- oder Mehr-Wege-Verteiler sind möglich. Fertigungstechnisch kann bei der Herstellung dieses Verteilers auf Schweißarbeiten verzichtet werden. Ein mögliches Einsatzgebiet liegt insbesondere bei Siedewasserreaktoren mit ex-

terner Treibwasserschleife, bei denen durch die geringeren zeitlichen Fluktuationen im Verteiler geringere Schwankungen im Kerndurchsatz und somit in der thermischen Leistung erreichbar sind.

In einer sprachlich alternativen Charakterisierung betrifft die Erfindung eine auch als Rohrverzweigung oder als 3-(oder-mehr)-Wege-Verteiler bezeichnete Vorrichtung zur Separation eines primären Fluid-Massenstroms oder kurz Fluidstroms in mindestens drei voneinander getrennte sekundäre Teilströme

mit einem primären Endstück in Gestalt eines im Wesentlichen geraden Rohres / Rohrabschnittes, welches sich in Strömungsrichtung des primären Fluidstroms gesehen in mindestens zwei, vorzugsweise auslassseitig voneinander angewandte Rohrbögen verzweigt, die jeweils in sekundäre Endstücke übergehen,

mit einem im Wesentlichen geraden Separationsrohr (weiter oben auch als inneres Führungsrohr bezeichnet), das durch die von den Rohrbögen gebildete Verzweigung hindurchgeführt ist und einen Innenabschnitt aufweist, der nach Art einer geschachtelten Anordnung unter Ausbildung eines Ringspaltes in das primäre Endstück hineinragt, und der in Strömungsrichtung gesehen in einen Außenabschnitt übergeht, der ein weiteres sekundäres Endstück bildet,

so dass ein im Querschnitt des primären Endstücks gesehen zentraler Anteil des primären Fluidstroms im Wesentlichen ohne Richtungsumlenkung in das Separationsrohr einströmt und dieses durchströmt, und dass der verbleibende, dem Ringquerschnitt des Ringspalts zugeordnete äußere Anteil des primären Fluidstroms durch den Ringspalt hindurch auf die mindestens zwei Rohrbögen verteilt wird.

Dabei ist das Separationsrohr vorzugsweise konzentrisch zum primären Endstück angeordnet und greift mit seinem am Ende offenen Innenabschnitt in das primäre Endstück ein.

Weiterhin ist vorteilhafterweise eine Anzahl von im Ringspalt angeordneten, radial vom Separationsrohr abstehenden und sich in dessen Längsrichtung erstreckenden Trennflossen zur Separation der in die Rohrbögen eintretenden Teilströme voneinander vorhanden. Im Falle zweier auslasseitig in entgegengesetzten Richtungen weisenden Rohrbögen sind zwei solcher Trennflossen, vorzugsweise an einander gegenüberliegenden Umfangsstellen des Separationsrohres, vorhanden.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Rohrbögen in Umfangsrichtung des primären Endstücks gesehen im Wesentlichen nach Art einer Gleichteilung eines Vollkreises angeordnet sind. Im Falle zweier Rohrbögen liegen die Achsen der sich daran anschließenden sekundären Endstücke vorzugsweise im Wesentlichen in einer Ebene.

Vorteilhafterweise besitzt jeder der Rohrbögen einen Krümmungswinkel im Bereich von  $30^\circ$  bis  $120^\circ$ , vorzugsweise annähernd  $90^\circ$ .

Schließlich ist es zweckmäßig, wenn das Separationsrohr im Bereich des Durchtritts / Durchstoßes durch die Verzweigung gegenüber den die Rohrbögen umschließenden Rohrwänden abgedichtet ist. Das heißt, der Rand der entsprechenden Aussparung in den Rohrwänden liegt vorzugsweise spaltfrei am Separationsrohr an.

Da die zuletzt behandelte sprachlich alternative Charakterisierung dieselbe Erfindung betrifft, die zuvor auf andere Weise charakterisiert wurde, sind die entsprechenden Textabschnitte – ggf. unter Anpassung der Nomenklatur – beliebig miteinander kombinierbar.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung anhand einer Zeichnung erläutert.

Dabei zeigen jeweils in schematischer und semitransparenter Darstellung:

- FIG. 1 eine Vorrichtung zur Separation eines Fluid-Massenstroms in einer perspektivischen Darstellung,
- FIG. 2 die Vorrichtung gemäß FIG. 1 in seitlicher Draufsicht,
- FIG. 3 noch einmal die Vorrichtung gemäß FIG. 1 in perspektivischer Darstellung, mit exemplarischen geometrischen Kenngrößen,
- FIG. 4 eine Skizze, die den Aufbau der Vorrichtung gemäß FIG. 1 auf alternative Weise veranschaulicht, und
- FIG. 5 dieselbe perspektivische Darstellung der Vorrichtung gemäß FIG. 1, jedoch mit zusätzlichen Bezugszeichen.

Gleiche Teile in FIG. 1 bis FIG. 4 sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Diese Bezugszeichen werden auch in FIG. 5 verwendet, bei der allerdings im Hinblick auf eine alternative sprachliche Charakterisierung der Erfindung noch zusätzliche Bezugszeichen verwendet werden.

In FIG. 1 ist eine auch als Verteiler bezeichnete Vorrichtung 1 zur Separation eines Fluid-Massenstroms  $M_0$  perspektivisch dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfasst ein konisch zulaufendes inneres Führungsrohr 2, welches am schmäleren Ende von einem rohrförmigen primären Endstück 3 konzentrisch umschlossen ist. Das primäre Endstück 3 ist mit zwei gleichartig geformten und bzgl. des inneren Führungsrohres 2 einander gegenüberliegend angeordneten sekundären Endstücken 4 verbunden, so dass das primäre Endstück 3 mit den beiden sekundären Endstücken 4 eine Rohrverzweigung 5 ausbildet. Im breiteren endseitigen Bereich des inneren Führungsrohres 2, der bzgl. der Symmetrieachse X dem primären Endstück 3 gegenüberliegend angeordnet ist, bildet das innere Führungsrohr ein weiteres sekundäres Endstück 6 aus. Dabei ist das innere Führungsrohr 2 durch eine passgenaue, am Rand dicht abschließende Öffnung 7 aus der Rohrverzweigung 5 herausgeführt.

Die Symmetrieachse X der Vorrichtung 1 entspricht der Längsachse des inneren Führungsrohres 2 sowie der Längsachse des primären Endstückes 3. Aufgrund der Anordnung der beiden gleichartig geformten sekundären Endstücke 4 ist die Vorrichtung 1 im Ausführungsbeispiel symmetrisch bezüglich einer Rotation um die Symmetrieachse X um  $180^\circ$ . Die beiden gleichartig geformten sekundären Endstücke 4 können alternativ leicht gegeneinander geneigte Zentralachsen aufweisen, müssen somit in Umfangsrichtung des primären Endstücks 3 gesehen nicht unbedingt in genau entgegengesetzte Richtungen weisen.

Zwischen dem inneren Führungsrohr 2 und dem primären Endstück 3 sind bzgl. der Symmetrieachse X einander gegenüberliegend zwei Trennflossen 8 ausgebildet, wobei jede Trennflosse 8 mit jedem der gleichartig geformten sekundären Endstücke 4 bzgl. einer zur Symmetrieachse X orthogonalen Querschnittsebene einen im Wesentlichen rechten Winkel ausbildet. Die Mantelfläche des inneren Führungsrohres 2 im Bereich des primären Endstückes 3 und die beiden Trennflossen 8 definieren drei Teilbereiche  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  innerhalb des primären Endstückes 3, wobei der erste Teilbereich  $V_1$  im Querschnitt gesehen im Wesentlichen halbringförmig ausgebildet ist und das innere Führungsrohr 2 halbseitig konzentrisch umschließt, der zweite Teilbereich  $V_2$  das zylinderförmige Innenvolumen des inneren Führungsrohres darstellt, und der dritte Teilbereich  $V_3$  der Form des ersten Teilbereiches  $V_1$  entspricht und dem ersten Teilbereich  $V_1$  gegenüberliegend angeordnet ist. Jeder Teilbereich  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  mündet in einem der sekundären Endstücke 4, 6, 4 respektive.

Das innere Führungsrohr 2 hat von der einen Endseite im Bereich des primären Endstückes 3 hin zu der anderen Endseite des sekundären Endstückes 6 einen kontinuierlich anwachsenden Durchmesser und nimmt dadurch eine leicht konische Form an. Die Rohrverzweigung 5 weist im Bereich des Übergangs von dem primären Endstück 3 zu den sekundären Endstücken 4 ein im Wesentlichen gleichmäßig gekrümmtes Profil auf und besitzt somit insbesondere keine strömungsbrechenden Kanten.

FIG. 2 zeigt in einer seitlichen Projektion die Vorrichtung 1 gemäß FIG. 1. In dieser Darstellung ist der in die Vorrichtung 1 im Bereich des primären Endstückes 3 einströmende Fluid-Massenstrom  $M_0$  symbolisch durch Pfeile gekennzeichnet. Durch das innere Führungsrohr 2 und durch die Trennflossen 8 wird der Fluid-Massenstrom  $M_0$  geometrisch separiert und auf die drei Teilbereiche  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  innerhalb des primären Endstückes 3 verteilt (in der hier gewählten Ansicht stehen die Trennflossen 8 senkrecht auf der Ansichtsebene, nur eine Trennflosse 8 ist als vertikale Linie erkennbar dargestellt).

Die in den Teilbereichen  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  gebildeten Teilmassenströme  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  werden in getrennten Richtungen zu jeweils einem sekundären Endstück abgeleitet: Der Teilmassenstrom  $M_2$  wird durch das innere Führungsrohr 2 parallel zur Symmetrieachse X abgeführt und somit dem sekundären Endstück 6 zugeleitet; die anderen beiden Teilmassenströme  $M_1$ ,  $M_3$  werden innerhalb der Rohrverzweigung 5 um das innere Führungsrohr 2 herum und über die sekundären Endstücke 4 abgeleitet. Durch die geometrische Separation des Fluid-Massenstrom  $M_0$  im Bereich des primären Endstückes 3 bleibt das Strömungsfeld der Teilmassenströme  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  im Wesentlichen ohne Ablösegebiete ausgeprägt.

Alle weiteren Details sind der Beschreibung von FIG. 1 zu entnehmen.

Entsprechend den verschiedenen denkbaren Einsatzzwecken können die geometrischen Parameter der Vorrichtung 1 stark variieren. Bei der in FIG. 3 dargestellten, für den Einsatz im Kühlflüssigkeitskreislauf eines Siedewasserreaktors vorgesehenen Variante beträgt der Durchmesser D1 des schmalen Endes des inneren Führungsrohres 2 beispielsweise rund 190 mm, und der Durchmesser D2 am außen liegenden breiten Ende des Führungsrohres 2 rund 290 mm. Der Durchmesser D3 des primären Endstückes 3 beträgt rund 530 mm, und der Durchmesser D4 der beiden sekundären Endstücke 4 im Bereich ihrer Auslassöffnungen beträgt jeweils rund 350 mm. Der Krümmungsradius R der beiden sich zwischen dem primären Endstück 3 und dem jeweiligen sekundären Endstück 4 erstreckenden Rohrbögen beträgt rund 600 mm.



Aus FIG. 4 geht hervor, dass sich – gedanklich und/oder real – die Vorrichtung 1 wie folgt aufbauen lässt: Zwei vorzugsweise identische Rohrbögen 9 werden jeweils parallel zu der Mittelachse M durch eine ihrer endseitigen Öffnungen entlang der Schnittkante S angeschnitten. Des Weiteren wird eine passende Aussparung A für das Führungsrohr 2 in den verbleibenden Teil des jeweiligen Rohrbogens 9 eingebracht. Die verbleibenden Teile der Rohrbögen 9 werden anschließend in der durch Richtungspfeile gezeigten Weise zusammengeführt und an den Schnittkanten S miteinander verbunden / zusammengefügt. Ferner wird das Führungsrohr 2 in die Aussparung A eingebracht und dort in der Endlage fixiert. Schließlich werden noch die hier nicht dargestellten, passgenau konturierten Trennflossen in den Verbund eingesetzt und fixiert. Die Verbindungsstellen zwischen Rohrbögen 9, Führungsrohr 2 und den Trennflossen sind spaltfrei und gegeneinander abgedichtet.

Selbstverständlich lassen sich auch Abwandlungen der dargestellten Grundform realisieren. So könnte beispielsweise ein entsprechender 4-Wege-Verteiler mit einem geradlinigen inneren Führungsrohr und mit drei aus einem gemeinsamen primären Endstück (Einlassöffnung) hervorgehenden, nach außen gebogenen Rohrbögen ausgebildet werden, welche bevorzugt nach Art einer Gleichteilung des 360°-Vollwinkels jeweils im 120°-Winkelabstand zueinander anzuordnen wären. Dabei wären drei Trennflossen vorzusehen. Des Weiteren muss das innere Führungsrohr nicht unbedingt konisch ausgebildet sein. Es könnte stattdessen einen konstanten Innenquerschnitt haben. Alternativ könnte im Fall einer konischen Ausführung das breite Ende innerhalb des primären Endstücks angeordnet sein und das schmale Ende aus der Rohrverzweigung nach außen ragen.

Die Zeichnung in FIG. 5 ist identisch mit der Zeichnung in FIG. 1. Das innere Führungsrohr 2 aus FIG. 1 ist in FIG. 5 alternativ als Separationsrohr 10 bezeichnet worden. Zusätzlich wurde dort der Ringspalt 13 zwischen dem Innenabschnitt 12 des Separationsrohrs 10 und dem sich in der Verzweigung 11 auf die beiden Rohrbögen 9 verzweigenden primären Endstück 3 kenntlich gemacht. Der nach oben aus der Verzweigung 11 heraustretende Abschnitt des Separationsrohres 10 wurde als Außenabschnitt 14 beschriftet. An seinem unteren, in das primäre End-

stück 3 hineinragenden Ende besitzt das Separationsrohr 10 eine Eintrittsöffnung 15. Der das primäre Endstück 3 bildende Rohrabschnitt wird sich im Allgemeinen abweichend von der Zeichnung noch weiter nach unten erstrecken und in axialer Richtung über den Rand der Eintrittsöffnung 15 des Separationsrohres 10 hinaus überstehen. Die sekundären Endstücke 4 und 6 können natürlich ebenfalls noch weiter nach außen gezogen sein. Die Trennflossen 8 können abweichend von der Zeichnung nach unten über den Rand der Eintrittsöffnung 15 hinaus überstehen oder alternativ eine weiter oben angeordnete Unterkante aufweisen, so dass im letzteren Fall das Separationsrohr 10 nach unten über die Trennflossen 8 übersteht. Generell können hier nicht dargestellte weiterführende Rohrleitungen an die Endstücke 3, 4 und 6 angeschlossen oder angeformt sein.

## Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Inneres Führungsrohr
3	Primäres Endstück
4	Sekundäres Endstück
5	Rohrverzweigung
6	Sekundäres Endstück
7	Öffnung
8	Trennflosse
9	Rohrbogen
10	Separationsrohr
11	Verzweigung
12	Innenabschnitt
13	Ringspalt
14	Außenabschnitt
15	Eintrittsöffnung des Separationsrohres
A	Aussparung
M	Mittelachse des Rohrbogens
S	Schnittkante
$M_0$	Fluid-Massenstrom
$M_i$	Teilströme des Fluid-Massenstroms ( $i = 1, 2, 3$ )
$V_i$	Teilbereiche der Teilströme des Fluid-Massenstroms ( $i = 1, 2, 3$ )
X	Symmetrieachse der Vorrichtung

12. November 2012

### Ansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Separation eines Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ), insbesondere zum Einsatz in einer kerntechnischen Anlage, mit einem primären Endstück (3) zur Durchführung des Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ) und mit einer Mehrzahl von sekundären Endstücken (4, 6) zur Durchführung einer Mehrzahl von separaten Teilströmen ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) des Fluid-Massenstroms ( $M_0$ ), wobei eine Anzahl von Trennungselementen (2, 8) im Bereich innerhalb des primären Endstückes (3) vorgesehen ist, und jeder der durch das Trennungselement (2, 8) oder die Trennungselemente (2, 8) definierten Teilbereiche ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ) in einem dem Teilbereich ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ) eindeutig zugeordneten sekundären Endstück (4, 6) mündet.
2. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Anzahl der Teilbereiche ( $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ) gleich der Anzahl der sekundären Endstücke (4, 6) ist.
3. Vorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Vorrichtung (1) eine ausgezeichnete Symmetrieachse (X) aufweist.
4. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ausgebildet in Form eines 3-Wege-Verteilers (1) mit drei sekundären Endstücken (4, 6).
5. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei zumindest ein Endstück (6) in Form eines Führungsrohres (2) ausgebildet ist.
6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5, wobei das oder jedes Führungsrohr (2) eine glatte Krümmung aufweist.

7. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest ein Trennungselement (2) in Form eines konzentrisch zu dem primären Endstück (3) angeordneten inneren Führungsrohres (2) ausgebildet ist.
8. Vorrichtung (1) nach Anspruch 7, wobei das innere Führungsrohr (2) ein sekundäres Endstück (6) ausbildet.
9. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei zumindest ein Trennungselement (8) in Form einer Trennflosse (8) ausgebildet ist.
10. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8 in Verbindung mit Anspruch 9, wobei die jeweilige Trennflosse (8) zwischen dem primären Endstück (3) und dem inneren Führungsrohr (2) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3, 4, 5 und 7 in Verbindung mit Anspruch 10, wobei
  - das zu dem primären Endstück (3) konzentrisch angeordnete und ein erstes sekundäres Endstück (6) ausbildende innere Führungsrohr (2) die Symmetrieachse (X) umschließt, und
  - zwei bezüglich der Symmetrieachse (X) einander gegenüberliegend angeordnete Trennflossen (8) vorgesehen sind.
12. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei zwei bezüglich einer zur Symmetrieachse (X) orthogonalen Querschnittsebene im Bereich des primären Endstückes (3) halbkreisringförmige Teilbereiche ( $V_1$ ,  $V_3$ ) existieren, die in zwei gleichartige und bezüglich der Symmetrieachse (X) einander gegenüberliegend angeordnete sekundäre Endstücke (4) münden.
13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, wobei
  - der Innendurchmesser des rohrförmig ausgebildeten primären Endstückes (3) im Bereich der Trennflossen (8) einen Wert zwischen 500 mm und 600 mm annimmt, und/oder

- der Innendurchmesser des inneren Führungsrohres (2) im Bereich des primären Endstückes (3) einen Wert zwischen 180 mm und 200 mm annimmt, und/oder
- der Innendurchmesser des inneren Führungsrohres (2) im endseitigen Bereich gegenüberliegend dem Bereich des primären Endstückes (3) einen Wert zwischen 180 mm und 300 mm annimmt, und/oder
- der Innendurchmesser der gleichartigen sekundären Endstücke (4) einen Wert zwischen 300 mm und 400 mm annimmt.

14. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, die als einstückiges Formteil ausgebildet und insbesondere durch Gießen hergestellt ist.
15. Vorrichtung (1) zur Separation eines primären Fluidstroms ( $M_0$ ) in mindestens drei voneinander getrennte sekundäre Teilströme ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ )

mit einem primären Endstück (3) in Gestalt eines Rohrabschnittes, welches sich in Strömungsrichtung des primären Fluidstroms ( $M_0$ ) gesehen in mindestens zwei Rohrbögen (9) verzweigt, die jeweils in sekundäre Endstücke (4) übergehen,

mit einem im Wesentlichen geraden Separationsrohr (10), das durch die von den Rohrbögen (9) gebildete Verzweigung (11) hindurchgeführt ist und einen Innenabschnitt (12) aufweist, der nach Art einer geschachtelten Anordnung unter Ausbildung eines Ringspalt (13) in das primäre Endstück (3) hineinragt, und der in Strömungsrichtung gesehen in einen Außenabschnitt (14) übergeht, der ein weiteres sekundäres Endstück (6) bildet,

so dass ein im Querschnitt des primären Endstücks (3) gesehen zentraler Anteil des primären Fluidstroms ( $M_0$ ) im Wesentlichen ohne Richtungslenkung als einer der Teilströme ( $M_2$ ) das Separationsrohr (10) durchströmt, und dass der verbleibende äußere Anteil des primären Fluidstroms ( $M_0$ ) durch den Ringspalt (13) hindurch unter Ausbildung der weiteren Teilströme ( $M_1$ ,  $M_3$ ) auf die mindestens zwei Rohrbögen (9) verteilt wird.

16. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15, wobei das Separationsrohr (10) konzentrisch zum primären Endstück (3) angeordnet ist.
17. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15 oder 16 mit im Ringspalt (13) angeordneten, radial vom Separationsrohr (10) abstehenden und sich in dessen Längsrichtung erstreckenden Trennflossen (8) zur Separation der in die Rohrbögen (9) eintretenden Teilströme voneinander.
18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die Rohrbögen (9) in Umfangsrichtung des primären Endstücks (3) gesehen im Wesentlichen nach Art einer Gleichteilung eines Vollkreises angeordnet sind.
19. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei jeder der Rohrbögen (9) einen Krümmungswinkel im Bereich von  $30^\circ$  bis  $120^\circ$ , vorzugsweise annähernd  $90^\circ$ , besitzt.
20. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 19, wobei das Separationsrohr (10) im Bereich des Durchtritts durch die Verzweigung (11) gegenüber den die Rohrbögen (9) umschließenden Rohrwänden abgedichtet ist.

1/3

FIG. 1

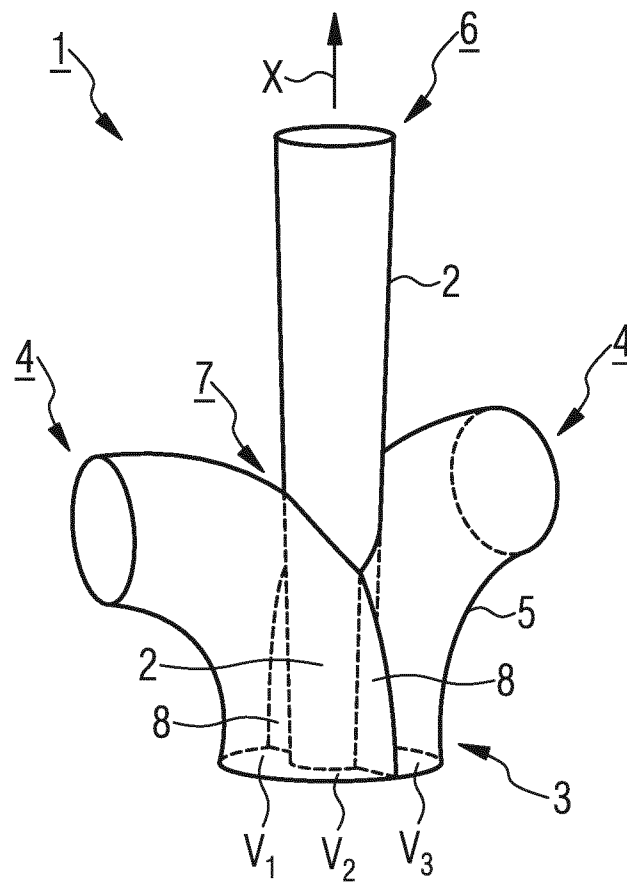
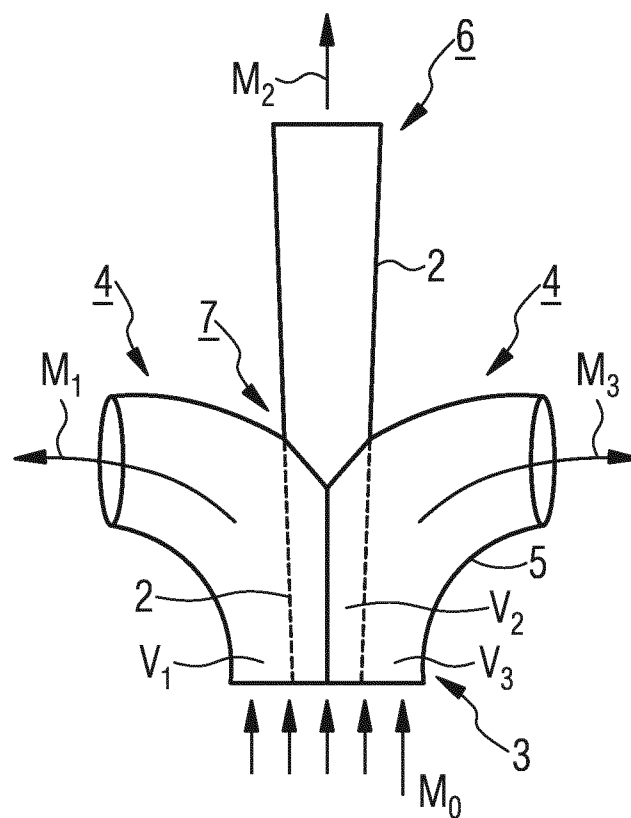


FIG. 2





2/3

FIG. 3

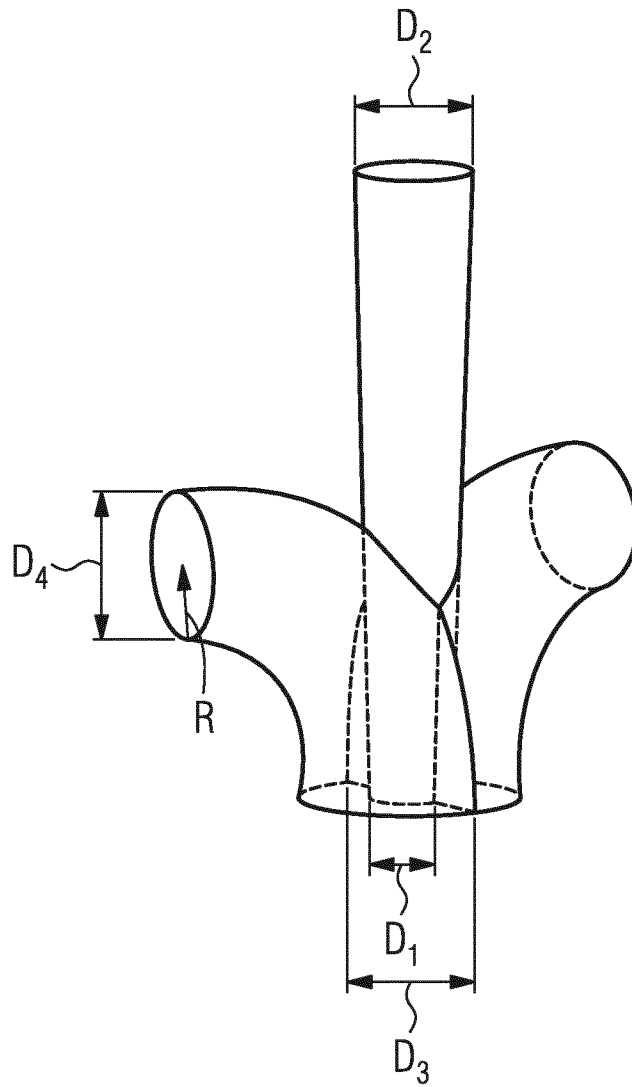


FIG. 4

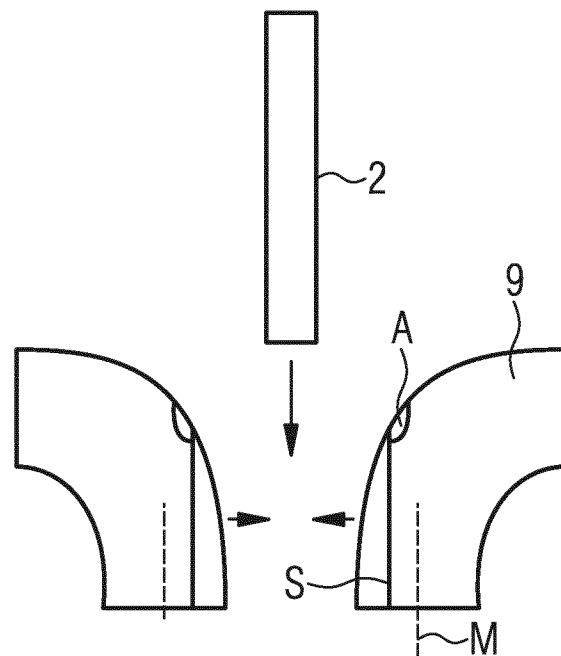
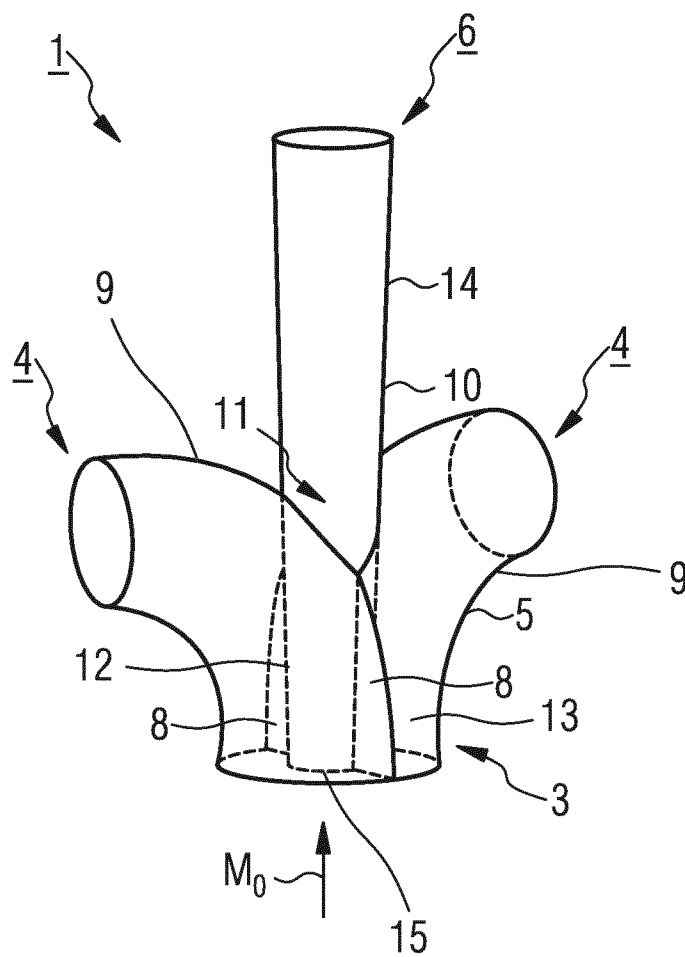


FIG. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/072510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F16L41/02  
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)  
F16L F02M F01N

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	GB 2 312 720 A (CALSONIC CORP [JP]) 5 November 1997 (1997-11-05) figure 5b	1-6,9,14  7,8, 10-13, 15-20
X A	----- EP 1 657 482 A2 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 17 May 2006 (2006-05-17) figures 3, 18	1-6,14  7-13, 15-20
X A	----- US 2009/293829 A1 (HORIE NOBUHIKO [JP] ET AL) 3 December 2009 (2009-12-03) figure 8	1-4,14  5-13, 15-20
X	----- US 6 122 911 A (MAEDA FUMIHIKO [JP] ET AL) 26 September 2000 (2000-09-26) figure 7 -----	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

26 February 2013

Date of mailing of the international search report

06/03/2013

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

Dauvergne, Bertrand

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/072510

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2312720	A	05-11-1997	DE 19718178 A1 06-11-1997
			GB 2312720 A 05-11-1997
			JP 3546981 B2 28-07-2004
			JP 9295044 A 18-11-1997
			US 5901988 A 11-05-1999
EP 1657482	A2	17-05-2006	EP 1657482 A2 17-05-2006
			US 2006108792 A1 25-05-2006
US 2009293829	A1	03-12-2009	DE 102009026483 A1 24-12-2009
			JP 2009287417 A 10-12-2009
			US 2009293829 A1 03-12-2009
US 6122911	A	26-09-2000	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F16L41/02  
ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F16L F02M F01N

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 A	GB 2 312 720 A (CALSONIC CORP [JP]) 5. November 1997 (1997-11-05) Abbildung 5b	1-6,9,14  7,8, 10-13, 15-20
X A	----- EP 1 657 482 A2 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 17. Mai 2006 (2006-05-17) Abbildungen 3, 18	1-6,14  7-13, 15-20
X A	----- US 2009/293829 A1 (HORIE NOBUHIKO [JP] ET AL) 3. Dezember 2009 (2009-12-03) Abbildung 8	1-4,14  5-13, 15-20
X	----- US 6 122 911 A (MAEDA FUMIHIKO [JP] ET AL) 26. September 2000 (2000-09-26) Abbildung 7 -----	1,4



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

26. Februar 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/03/2013

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

Dauvergne, Bertrand

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/072510

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2312720 A	05-11-1997	DE 19718178 A1	06-11-1997
		GB 2312720 A	05-11-1997
		JP 3546981 B2	28-07-2004
		JP 9295044 A	18-11-1997
		US 5901988 A	11-05-1999
EP 1657482 A2	17-05-2006	EP 1657482 A2	17-05-2006
		US 2006108792 A1	25-05-2006
US 2009293829 A1	03-12-2009	DE 102009026483 A1	24-12-2009
		JP 2009287417 A	10-12-2009
		US 2009293829 A1	03-12-2009
US 6122911 A	26-09-2000	KEINE	