

(19)



(11)

**EP 3 892 382 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**31.08.2022 Patentblatt 2022/35**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B05B 1/30** (2006.01) **B05B 15/18** (2018.01)  
**B05B 3/04** (2006.01) **B08B 3/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21166588.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B05B 3/0463; B05B 1/3006; B05B 3/0427;**  
**B05B 15/18; B08B 3/026; B05B 15/65**

(22) Anmeldetag: **01.04.2021**

(54) **ROTORDÜSE**

ROTOR NOZZLE

BUSE À ROTOR

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO**  
**PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.04.2020 DE 102020002230**  
**09.07.2020 DE 102020118175**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.10.2021 Patentblatt 2021/41**

(73) Patentinhaber: **Suttner GmbH**  
**33818 Leopoldshöhe (DE)**

(72) Erfinder: **Hartmann, Lothar**  
**33813 Oerlinghausen (DE)**

(74) Vertreter: **Weyers, Christopher**  
**Von Rohr**  
**Patentanwälte Partnerschaft mbB**  
**Rüttenscheider Straße 62**  
**45130 Essen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 646 953 DE-A1- 3 817 825**  
**DE-A1- 10 036 970 DE-A1-102005 037 858**  
**US-B1- 7 118 051**

**EP 3 892 382 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotordüse, wie sie für Hochdruckreiniger verwendet wird.

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Rotordüse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0003]** Als Rotordüsen werden Düsen, insbesondere für Hochdruckreiniger, bezeichnet, die dazu ausgebildet sind, aus einem Fluid einen umlaufenden Strahl zu erzeugen, so dass der umlaufende Strahl eine zumindest im Wesentlichen kegelförmige Fläche überstreicht.

**[0004]** Aus der DE 10 037 033 A1 ist eine gattungsgemäße Rotordüse vorbekannt. Diese weist ein Düsengehäuse auf, das zwischen einer Einströmöffnung und einer Austrittsöffnung für Fluid eine Wirbelkammer aufweist. In dem Düsengehäuse ist ein zu einer Längsachse des Düsengehäuses geneigter Rotor angeordnet. Das Fluid durchläuft den Rotor und tritt durch die Austrittsöffnung der Rotordüse aus, wobei die Ausrichtung des Rotors die Richtung bestimmt, in die der Strahl austritt. Aufgrund der Bewegung des Rotors im Betrieb der Rotordüse ändert sich die Ausrichtung des Rotors und damit die Strahlrichtung kontinuierlich, insbesondere umlaufend.

**[0005]** Der Rotor ist auf einer der Austrittsöffnung zugewandten Seite beweglich abgestützt. Dies kann durch einen in einer Pfanne abgestützten Fuß des Rotors erfolgen. Der Rotor weist einen Einlass für das Fluid auf, das in dem Rotor geführt und durch die Austrittsöffnung in Strahlrichtung abgegeben werden kann.

**[0006]** Der Rotor selbst beschreibt im Betrieb vorzugsweise eine zumindest im Wesentlichen kegelförmige Bewegungsbahn bzw. ist hierfür ausgebildet. Hierzu kann der Rotor auf einer der Austrittsöffnung abgewandten Seite an einem um die Längsachse drehbaren Lagerteil mit einem Lager gelagert sein. Im genannten Stand der Technik erfolgt dies durch eine Lagerung des Rotors an einer um die Längsachse drehbar gelagerten Scheibe, die ein Gegengewicht aufweist, um die durch den Rotor im Betrieb hervorgerufene Fliehkraft durch ein Gegengewicht zu kompensieren, das durch einen Ausgleichskörper mit einem entsprechenden Gegengewicht kompensiert werden kann.

**[0007]** Gegenüber anderen, beispielsweise aus der DE 10 2006 019 078 A1 bekannten Konstruktionen, bei denen sich der Rotor an einer inneren Umfangsfläche der Wirbelkammer abwälzt, hat die aus der DE 10 037 033 A1 bekannte Lösung den Vorteil, dass durch die Kompensation der Fliehkraft mittels des Ausgleichskörpers die hierdurch entstehende Unwucht und die hieraus resultierenden Vibrationen verringert werden können. Es hat sich jedoch gezeigt, dass insbesondere bei Rotordüsen mit höherer Leistung die verbleibenden Vibrationen weiterhin zu einem hohen Verschleiß, einer Belastung des Benutzers und einer entsprechenden Geräuschentwicklung führen. DE 10 2005 037858 A1 offenbart eine weitere Rotordüse nach dem Stand der Technik.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es da-

her, eine Rotordüse anzugeben, bei der im Betrieb geringere Vibrationen auftreten und/oder die einen geringeren Verschleiß aufweist.

**[0009]** Die obige Aufgabe wird gelöst durch eine Rotordüse gemäß Anspruch 1 oder 5. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0010]** Eine vorschlagsgemäße Rotordüse weist ein Düsengehäuse auf, das zwischen einer Einströmöffnung und einer Austrittsöffnung eine Wirbelkammer aufweist, wobei in dem Düsengehäuse ein zu einer Längsachse des Düsengehäuses geneigter Rotor angeordnet ist, der auf einer der Austrittsöffnung zugewandten Seite beweglich abgestützt ist und auf einer der Austrittsöffnung abgewandten Seite an einem um die Längsachse drehbaren Lagerteil gelagert ist. Das Lagerteil ist von einem Fluid, das durch die Einströmöffnung in die Wirbelkammer eintritt, in Rotation versetzbar. Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Rotordüse zusätzlich zu der Einströmöffnung einen Bypass und ein druckgesteuertes Ventil auf. Das druckgesteuerte Ventil gibt in Abhängigkeit von einem Druck des Fluids automatisch den Bypass frei, so dass das Fluid durch die Einströmöffnung und zusätzlich durch den Bypass in die Wirbelkammer einströmen kann. Hierdurch kann die Strömung in der Wirbelkammer beeinflusst werden, so dass insbesondere verhindert werden kann, dass die Drehzahl des Lagerteils eine gewünschte Drehzahl bzw. eine Nenn-Drehzahl überschreitet. Hierdurch kann der Verschleiß minimiert bzw. ein erhöhter Verschleiß verhindert und/oder eine Beschädigung der Rotordüse durch eine zu hohe Drehzahl verhindert werden.

**[0011]** Vorzugsweise weist der Bypass eine Auslassrichtung auf, die von einer Auslassrichtung der Einströmöffnung abweicht. Insbesondere können hierdurch die Strömungsverhältnisse in der Wirbelkammer variiert bzw. beeinflusst werden. Die Drehzahl des Lagerteils bzw. Rotors wird insbesondere durch die Rotation des Fluids in einer senkrecht zur Längsachse verlaufenden Ebene bestimmt.

**[0012]** Zur Erläuterung der Strömungsverhältnisse in der Wirbelkammer ist insbesondere eine Betrachtung in angepassten Koordinaten hilfreich. Die Bewegung bzw. Geschwindigkeit jedes (gedachten oder realen) Teilchens des Fluids kann aufgeteilt werden in eine Z-Komponente, nachfolgend als Axialkomponente bezeichnet, eine Radialkomponente und eine Tangentialkomponente. Hierbei ist die Axialkomponente parallel zu der Längsachse, die Radialkomponente radial zu der Längsachse und die Tangentialkomponente senkrecht zu der Axialkomponente und der Radialkomponente, sodass die Komponenten ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem bilden.

**[0013]** Die Rotation des Lagerteils bzw. Rotors wird insbesondere maßgeblich durch die jeweilige lokale Tangentialkomponente des Fluids bzw. Teilchens beeinflusst bzw. bestimmt. Wenn nun der Bypass eine andere Auslassrichtung aufweist als die Einströmöffnung, wird das Verhältnis zwischen der Axialkomponente, der Ra-

dialkomponente und der Tangentialkomponente des Fluids bzw. der Teilchen in der Wirbelkammer verändert, so dass durch eine entsprechende Wahl der Auslassrichtung insbesondere verhindert werden kann, dass die Tangentialkomponente einen zu großen Wert annimmt. Hierdurch kann wiederum verhindert werden, dass die - maßgeblich durch die Tangentialkomponente bestimmte - Drehzahl des Lagerteils zu groß wird bzw. ein Grenzwert der Drehzahl überschritten wird.

**[0014]** Besonders bevorzugt ist ein Winkel, der zwischen der Auslassrichtung des Bypasses und einer senkrecht zur Längsachse verlaufenden Ebene eingeschlossen ist, größer als ein zwischen dieser Ebene und der Auslassrichtung der Einströmöffnung eingeschlossener Winkel. Insbesondere kann hierdurch besonders effektiv die Aufteilung der Bewegung des Fluids auf die erläuterten Bewegungskomponenten beeinflusst, insbesondere ein zu großer Anstieg der Tangentialkomponente, verringert werden. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die Axialkomponente vergrößert wird.

**[0015]** Gemäß einem Aspekt weist die Rotordüse mehrere Bypässe auf, wobei die Bypässe jeweils ein druckgesteuertes Ventil aufweisen, das in Abhängigkeit von einem Druck des Fluids automatisch den jeweiligen Bypass freigibt. Besonders bevorzugt weisen die Ventile mindestens zwei unterschiedliche Schwellwerte für den Druck auf, bei dem der jeweilige Bypass durch das jeweilige Ventil freigegeben wird. Hierdurch kann erreicht werden, dass sich bei zunehmenden Fluiddruck nacheinander verschiedene Bypässe öffnen, sodass eine un intendierte Erhöhung der Drehzahl des Lagerteils und damit ein erhöhter Verschleiß über einen sehr großen Fluiddruck-Bereich vermieden werden können.

**[0016]** Gemäß einem weiteren, auch unabhängig realisierbaren Aspekt weist der Rotor einen Kanal zur Führung des Fluids von einem zur Wirbelkammer offenen Einlass des Rotors zu der Austrittsöffnung auf, wobei der Kanal vorschlagsgemäß einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweist, wobei die Strömungsrichtung des Fluids in dem ersten Abschnitt zumindest im Wesentlichen entgegengesetzt zu der Strömungsrichtung des Fluids in dem zweiten Abschnitt ist. Insbesondere wird hierdurch gegenüber vorbekannten Lösungen eine kompaktere Bauform der Rotordüse bei gleichbleibender Qualität des von der Rotordüse erzeugten Fluidstrahls ermöglicht.

**[0017]** Vorzugsweise weist der erste Abschnitt den Einlass auf, wobei der Einlass auf einer der Austrittsöffnung zugewandten Seite des ersten Abschnitts angeordnet ist. Mit anderen Worten tritt das Fluid vorzugsweise "von unten" in den Rotor ein bzw. ist der Kanal entsprechend ausgebildet. Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Kanals kann insbesondere die Länge des Rotors verringert und damit die Rotordüse insgesamt kompakter gestaltet werden, ohne dass die Länge des Kanals hierzu verringert werden muss.

**[0018]** Der erste Abschnitt ist vorzugsweise weiter außen an dem Rotor angeordnet als der zweite Abschnitt.

Hierdurch kann die Länge des Rotors verringert werden.

**[0019]** Besonders bevorzugt ist der zweite Abschnitt durch ein Zentralrohr gebildet und ist der erste Abschnitt durch ein Koaxialrohr gebildet, das den zweiten Abschnitt bzw. das Zentralrohr umgibt.

**[0020]** Weiter bevorzugt mündet das Zentralrohr an einem ersten Ende in die Austrittsöffnung und an einem zweiten Ende in das Koaxialrohr, wobei bzw. so dass das Koaxialrohr glockenförmig um das Zentralrohr angeordnet ist. Dies ist konstruktiv besonders vorteilhaft, insbesondere einfach zu realisieren.

**[0021]** Es ist möglich, dass der erste und/oder der zweite Abschnitt bzw. das Koaxialrohr und/oder das Zentralrohr jeweils mehrere voneinander getrennte, parallel zueinander verlaufende Strömungsführungen aufweist/aufweisen. Hierdurch kann eine laminare und/oder lineare Strömung in dem Kanal erreicht bzw. sichergestellt und/oder ein ausreichender Beruhigungseffekt für das Fluid erreicht werden.

**[0022]** Weitere Vorteile, Merkmale, Eigenschaften und Aspekte der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Hochdruckreinigers mit einer vorschlagsgemäßen Rotordüse;

Fig. 2 eine schematische perspektivische Darstellung einer vorschlagsgemäßen Rotordüse;

Fig. 3 einen schematischen Teilschnitt der vorschlagsgemäßen Rotordüse;

Fig. 4 einen Querschnitt der vorschlagsgemäßen Rotordüse; und

Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 4.

**[0023]** In den Figuren werden für dieselben oder ähnliche Teile dieselben Bezugszeichen verwendet, wobei entsprechende oder vergleichbare Vorteile und Eigenschaften erreicht werden können, auch wenn von einer wiederholten Beschreibung dieser abgesehen wird.

**[0024]** Fig. 1 zeigt eine vorschlagsgemäße Rotordüse 1 für einen Hochdruckreiniger 2.

**[0025]** Im Darstellungsbeispiel bildet die Rotordüse 1 einen Teil des Hochdruckreinigers 2 bzw. ist hiermit fluidisch verbunden, sodass ein Fluid F, das durch den Hochdruckreiniger 2 unter Druck gesetzt und bereitgestellt wird, über die Rotordüse 1 abgebar ist bzw. abgegeben wird. Insbesondere bildet die Rotordüse 1 die Spitze einer Lanze 3 für den Hochdruckreiniger 2. Über die Lanze 3 kann die Rotordüse 1 mit dem Fluid F versorgt werden. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Lanze 3 ein Ventil aufweist und/oder mit einem Schlauch 4 an dem Hochdruckreiniger 2 angeschlossen ist, sodass vom Hochdruckreiniger 2 bereitgestelltes Fluid F über den Schlauch 4 und die Lanze 3 und letztendlich über die Rotordüse 1 abgebar ist.

**[0026]** Anstatt der Lanze 3 kann auch eine Pistole oder

dergleichen vorgesehen sein.

**[0027]** Der Hochdruckreiniger 2 ist vorzugsweise ein manuell bedienbarer Hochdruckreiniger 2 und wird bevorzugt im privaten Bereich eingesetzt, beispielsweise zur Außenreinigung von Gebäuden wie Wohnhäusern, Garagen oder Teilen davon, beispielsweise Außenwände, Dächer, Terrassen und so weiter. Ein weiteres bevorzugtes Einsatzgebiet des Hochdruckreinigers 2 ist die Reinigung von Fahrzeugen, insbesondere im privaten Bereich. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Einsatzgebiete des Hochdruckreinigers 2 möglich.

**[0028]** Die vorschlagsgemäße Rotordüse 1 ist also insbesondere zum Einsatz mit einem Hochdruckreiniger 2 konzipiert. Grundsätzlich kann die Rotordüse 1 jedoch auch auf anderen Gebieten eingesetzt werden.

**[0029]** Fig. 2 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer vorschlagsgemäßen Rotordüse 1.

**[0030]** Die Rotordüse 1 weist ein Düsengehäuse 5 auf.

**[0031]** Die Rotordüse 1 bzw. das Düsengehäuse 5 weist eine Längsachse L auf.

**[0032]** Die Längsachse L stellt vorzugsweise eine Zentralachse, Hauptachse- und/oder Haupterstreckungsachse der Rotordüse 1 bzw. des Düsengehäuses 5 dar. Richtungsangaben wie "axial", "radial" oder dergleichen beziehen sich nachfolgend vorzugsweise auf die Längsachse L.

**[0033]** Das Düsengehäuse 5 und/oder die Rotordüse 1 ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen symmetrisch, insbesondere rotationssymmetrisch und/oder zylindersymmetrisch, zur Längsachse L ausgebildet.

**[0034]** Die Rotordüse 1 bzw. das Düsengehäuse 5 weist, insbesondere an einem axialen Ende, eine Austrittsöffnung 6 auf, durch die Fluid aus der Rotordüse 1 austreten kann bzw. von der Rotordüse 1 abgebar ist. Das Fluid F tritt insbesondere als Fluidstrahl aus der Rotordüse 1 aus.

**[0035]** Auf der der Austrittsöffnung 6 abgewandten Seite ist die Rotordüse 1 bzw. das Düsengehäuse 5 vorzugsweise zum Anschluss an eine Abgabereinrichtung für das Fluid F, insbesondere die Lanze 3, ausgebildet. Hierzu kann beispielsweise ein Montagemittel wie ein Gewinde und/oder ein Dichtmittel wie ein oder mehrere O-Ringe vorgesehen sein.

**[0036]** In Fig. 3 ist in einer schematischen perspektivischen Ansicht, in der das Düsengehäuse als Schnitt dargestellt ist, das Innenleben der Rotordüse 1 dargestellt.

**[0037]** Fig. 4 zeigt eine Schnittdarstellung der Rotordüse 1. Insbesondere ist in Fig. 1 auch das Innenleben der Rotordüse 1 im Schnitt dargestellt, so dass weitere Details und insbesondere ein Weg W, den das Fluid F durch die Rotordüse 1 nimmt, erkennbar sind. Der Weg W wird nachfolgend als Fluidweg W bezeichnet.

**[0038]** Die Rotordüse 1 weist eine Einströmöffnung 7 für das Fluid F auf. Die Einströmöffnung 7 weist vorzugsweise mehrere separate Öffnungen 7A auf oder ist hierdurch gebildet. Insbesondere ist die Einströmöffnung 7 bzw. sind die Öffnungen 7A durch mehrere Bohrungen gebildet.

**[0039]** Die Rotordüse 1 bzw. das Düsengehäuse 5 weist eine Wirbelkammer 8 auf. Die Wirbelkammer 8 ist vorzugsweise zumindest abschnittsweise durch das Düsengehäuse 5 gebildet und/oder begrenzt. Die Wirbelkammer 8 ist zwischen der Einströmöffnung 7 und der Austrittsöffnung 6 angeordnet oder gebildet. Durch die Einströmöffnung 7 kann das Fluid F in die Wirbelkammer 8 eintreten. Über die Austrittsöffnung 6 kann das Fluid F die Rotordüse 1 verlassen, insbesondere in Form eines Fluidstrahls.

**[0040]** Der Druck des Fluids F in der Wirbelkammer 8 beim Betrieb der Rotordüse beträgt üblicherweise mehrere hundert Bar, beispielsweise mindestens 200 bar oder mehr und/oder höchstens 500 bar oder weniger.

**[0041]** Die Rotordüse 1 weist einen Rotor 9 auf. Der Rotor 9 ist in dem Düsengehäuse 5 bzw. in der Wirbelkammer 8 angeordnet. Der Rotor 9 ist in der Wirbelkammer 8 bewegbar, insbesondere um die Längsachse L rotierbar. Des Weiteren ist der Rotor 9 zu der Längsachse L geneigt. Die Längsachse L entspricht vorzugsweise einer Symmetrieachse des Kegels oder Kegelstumpfes, den der Rotor 9 bzw. das Fluid F mit seiner Strahlrichtung S überstreicht.

**[0042]** Vorzugsweise weist der Rotor 9 die Austrittsöffnung 6 auf oder mündet der Rotor 9 in der Austrittsöffnung 6.

**[0043]** Jedenfalls ist der Rotor 9 derart fluidisch mit der Austrittsöffnung 6 verbunden, dass im Betrieb das Fluid F durch den Rotor 9 strömt und vom Rotor 9 zur Austrittsöffnung 6 gelangt und dort aus der Rotordüse 1 austritt.

**[0044]** Der Rotor 9 ist auf der der Austrittsöffnung 6 zugewandten Seite beweglich abgestützt. Der Rotor 9 kann - insbesondere austrittsöffnungsseitig - in einer Lagerpfanne 10 gelagert sein. Die Lagerpfanne 10 ist hierbei Teil des Düsengehäuses 5 oder mit dem Düsengehäuse 5 verbunden. Ferner weist der Rotor 9 vorzugsweise eine Rotorspitze 11 auf, die zu der Lagerpfanne 10 korrespondiert oder komplementär geformt ist, so dass ein bevorzugt zumindest im Wesentlichen fluiddichter Sitz der Rotorspitze 11 in der Lagerpfanne 10 ermöglicht ist.

**[0045]** Der Rotor 9 ist vorzugsweise drehbar in der Lagerpfanne 10 gelagert. Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass der Rotor 9 eine Taumelbewegung vollführt, insbesondere auf einer zumindest im Wesentlichen konischen Bahn, die symmetrisch zu der Längsachse L ist. Entsprechend ergibt sich aus der Bewegung bzw. Bewegbarkeit des Rotors 9 eine Strahlrichtung S des Fluids F, die im Betrieb ebenfalls eine zumindest im Wesentlichen konische Grundform überstreicht, wobei der zwischen der Strahlrichtung S und der Längsachse L eingeschlossene Winkel vorzugsweise zumindest im Wesentlichen konstant ist und/oder einem Winkel zwischen der Längsachse L und einer Mittel- bzw. Symmetrieachse des Rotors 9 entspricht. Die Mittel- bzw. Symmetrieachse des Rotors 9 entspricht hierbei im Darstellungsbeispiel der Strahlrichtung S.

**[0046]** Die Rotordüse 1 weist ein Lagerteil 12 auf, das

um die Längsachse 9 drehbar gelagert ist. Vorzugsweise weist das Lagerteil 12 ein Lager 13 zum Lagern des Rotors 9, insbesondere eines der Rotorspitze 11 abgewandten bzw. gegenüberliegenden Rotorendes 14 des Rotors 9, auf. Der Rotor 9 bzw. das Rotorende 14 ist an dem Lagerteil 12 bzw. Lager 13 gelagert.

**[0047]** Der Rotor 9 ist also vorzugsweise an einem Ende, das die Austrittsöffnung 6 bildet oder darin mündet, mit seiner Rotorspitze 11 in der Lagerpfanne 10 gelagert und auf einer anderen, bevorzugt gegenüberliegenden, Seite an dem Lager 13 des Lagerteils 12 gelagert, sodass der Rotor 9 einer Drehbewegung des Lagerteils 13 folgend mit seiner Mittel- bzw. Symmetrieachse, die vorliegend der Strahlrichtung S entspricht, entlang der zuvor erläuterten Bewegung geführt ist.

**[0048]** Bevorzugt ist der Rotor 9 so ausgebildet und/oder angeordnet bzw. gelagert, dass er das Düsengehäuse 5 nicht kontaktiert. Insbesondere wälzt sich der Rotor 9 bei seiner Rotations- bzw. Taumelbewegung nicht am Düsengehäuse 5 ab, wie dies bei einigen aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen der Fall ist.

**[0049]** Der Fluidweg W durch die Rotordüse 1 ist mit gestrichelten Linien angedeutet. Der Fluidweg W erstreckt sich zunächst von der Einströmöffnung 7 in die Wirbelkammer 8. Hierbei ist die Einströmöffnung 7 so ausgebildet und angeordnet, dass das Fluid F in der Wirbelkammer 8 und insbesondere um die Längsachse L rotiert (nicht dargestellt).

**[0050]** Durch die Rotation des Fluids F in der Wirbelkammer 8 wird die Rotationsbewegung bzw. Taumelbewegung des Rotors 9 bewirkt.

**[0051]** Ausgehend von der Wirbelkammer 8 ist die Rotordüse 1 so konstruiert, dass das Fluid F durch den Rotor 9 hindurch zu der Austrittsöffnung 6 geführt wird. Die Austrittsöffnung 6 wird hierbei vorzugsweise durch den Rotor 9 gebildet.

**[0052]** Der Rotor 9, auch Stelze oder Düsenkörper genannt, ist vorzugsweise dazu ausgebildet, von dem Fluid F durchströmt zu werden, wodurch das Fluid F aus der Wirbelkammer 8 zu der Austrittsöffnung 6 gelangt und durch die Austrittsöffnung 6 abgebar ist.

**[0053]** Das Lagerteil 12 weist vorzugsweise ein Gegengewicht 15 auf, das jedenfalls zum Ausgleich einer durch die Masse des Rotors 9 im Betrieb hervorgerufenen oder hervorruhbaren Fliehkraft 16 ausgebildet ist.

**[0054]** Zusätzlich zur Kompensation der durch die Masse des Rotors 9 im Betrieb hervorgerufenen Fliehkraft 16 ist das Gegengewicht 15 vorschlagsgemäß vorzugsweise zur Kompensation einer Radialkomponente 18 eines Rückstoßes 17 ausgebildet, der im Betrieb der Rotordüse 1 durch den Austritt des Fluids F aus der Austrittsöffnung 6 entsteht.

**[0055]** Der Rückstoß 17, also die Kraft, die durch den Ausstoß des Fluids F entsteht, ist antiparallel zur Strahlrichtung S und damit aufgrund der Neigung der Strahlrichtung S gegenüber der Längsachse L zur Längsachse L geneigt.

**[0056]** In Bezug auf die Längsachse L kann der Rück-

stoß 17 in eine parallel zur Längsachse L gerichtete Kraftkomponente und eine senkrecht bzw. radial, insbesondere nach außen, zur Längsachse L gerichtete Kraftkomponente zerlegt werden. Die senkrecht bzw. radial zur Längsachse L gerichtete Kraftkomponente wird verkürzt als Radialkomponente 18 bezeichnet.

**[0057]** Dies ist in Fig. 3 angedeutet und insbesondere in Fig. 5 dargestellt, die einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 4 zeigt.

**[0058]** Die parallel zur Längsachse L gerichtete Kraftkomponente ändert sich bei einem konstanten Abgabevolumenstrom nicht und ist beim Betrieb der Rotordüse bzw. eines Hochdruckreinigers 2 unproblematisch.

**[0059]** Die Radialkomponente 18 hingegen ändert durch die Rotations- bzw. Taumelbewegung des Rotors 9 und die dadurch erzeugte kontinuierliche Änderung der Strahlrichtung S kontinuierlich ihre Richtung. Insbesondere entspricht die Richtung der Radialkomponente 18 jeweils zumindest im Wesentlichen der Richtung der Fliehkraft 16.

**[0060]** Bei der vorliegenden Erfindung wurde erkannt, dass bei den beim Betrieb eines Hochdruckreinigers 2 bzw. der Rotordüse 1 üblicherweise verwendeten Drücken des Fluids F der Rückstoß 17 und insbesondere die Radialkomponente 18 nicht zu vernachlässigen sind, sondern vielmehr, zusätzlich zu der Fliehkraft 16, zu einer Unwucht und hierdurch hervorgerufenen Vibrationen führen. Es hat sich gezeigt, dass die Radialkomponente 18 mehrere Newton betragen kann, beispielsweise 10, 20 oder 30 N.

**[0061]** Zur Kompensation der Radialkomponente 18 zusätzlich zur Kompensation der Fliehkraft 16 übersteigt die Masse des Gegengewichts 15 vorzugsweise die zur Kompensation der durch den Rotor 9 hervorgerufenen Fliehkraft 16. Auf diese Weise kann insbesondere die Radialkomponente 18 kompensiert werden.

**[0062]** Mit anderen Worten weist das Gegengewicht 15 also eine Zusatzmasse auf, wobei die Zusatzmasse denjenigen Anteil der Masse des Gegengewichts 15 darstellt, um den die Masse des Gegengewichts 15 die zur Kompensation der Fliehkraft 16 erforderliche Masse übersteigt.

**[0063]** Durch das Gegengewicht 15 bzw. dessen Zusatzmasse wird die Radialkomponente 18 vorzugsweise zumindest im Wesentlichen kompensiert, was in vorteilhafter Weise zu einem schwingungsarmen Betrieb der vorschlagsgemäßen Rotordüse 1 führt.

**[0064]** Die Rotordüse 1 ist vorzugsweise zum Betrieb mit einem bestimmten Fluiddruck (Nenn-Druck) und/oder einer bestimmten Drehzahl des Rotors 9 (Nenn-Drehzahl) und/oder zur Abgabe einer festgelegten Abgabevolumenstroms durch die Austrittsöffnung 6 ausgelegt bzw. hierzu angepasst. Dieser festgelegte Abgabevolumenstrom wird insbesondere als Nenn-Abgabevolumenstrom bezeichnet.

**[0065]** Die Nenn-Drehzahl des Rotors 9 beträgt vorzugsweise mehr als 2000 und/oder weniger als 10.000 Umdrehungen pro Minute, beispielsweise etwa 5000

oder 6000 Umdrehungen pro Minute.

**[0066]** Als (zu kompensierende) Fliehkraft 16 wird hierbei insbesondere die Fliehkraft 16 bzw. der Betrag der Fliehkraft 16 verstanden, die durch die Rotation des Rotors 9 im Nennbetrieb, also bei einer vorbestimmten Drehzahl (Nenn-Drehzahl) und/oder einen vorbestimmten Abgabestrom (Nenn-Abgabevolumenstrom), für den die Rotordüse 1 vorgesehen ist, entsteht.

**[0067]** Die Nenn-Drehzahl ist vorzugsweise eine Drehzahl des Rotors 9 bei einem vorgegebenen Arbeitspunkt, einem vorgegebenen Fluidruck des Fluids F, einer vorgegebenen Austrittsgeschwindigkeit des Fluids F aus der Austrittsöffnung 6 bzw. bei einem vorgegebenen Abgabevolumenstrom an Fluid F pro Zeit, das aus der Austrittsöffnung 6 abgegeben wird.

**[0068]** Der Rückstoß 19 hängt betragsmäßig vom Arbeitspunkt der Rotordüse 1 ab. Insbesondere hängt der Rückstoß 19 betragsmäßig vom Betriebsdruck des Fluids F, von dem Abgabevolumenstrom des Fluids F und/oder der Austrittsgeschwindigkeit des Fluids F aus der Austrittsöffnung 6 ab. Hierbei ist der Abgabevolumenstrom das Volumen an Fluid F pro Zeit, das aus der Austrittsöffnung 6 abgegeben wird und die Abgabegeschwindigkeit die Geschwindigkeit des Fluids F bei Austritt aus der Austrittsöffnung 6.

**[0069]** Das Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse ist vorzugsweise so dimensioniert bzw. gewählt und/oder angeordnet, dass das Gegengewicht 15 bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse 1 eine Gegenkraft 19 erzeugt, die die Summe aus der Fliehkraft 16 und der Radialkomponente 18 zumindest im Wesentlichen kompensiert. Mit anderen Worten ist das Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse vorzugsweise so gewählt und/oder angeordnet, dass die Gegenkraft 19 antiparallel zu der Fliehkraft 16 und/oder der Radialkomponente 18 ist und/oder betragsmäßig dem Betrag der Summe der Fliehkraft 16 (im Nenn-Betrieb) und der Radialkomponente 18 entspricht.

**[0070]** Die Gegenkraft 19 ist insbesondere die durch die Rotation des Gegengewichts 15 erzeugte Fliehkraft bzw. die Fliehkraft, die bei Rotation auf das Gegengewicht 15 wirkt.

**[0071]** Weiter ist das Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse vorzugsweise so dimensioniert und/oder angeordnet, dass bei einem Unterschreiten des Nenn-Abgabevolumenstroms die Summe aus Fliehkraft 16 und Radialkomponente 18 überkompensiert wird und/oder bei Überschreiten des Nenn-Abgabevolumenstroms die Summe aus Fliehkraft 16 und Radialkomponente 18 unterkompensiert wird.

**[0072]** Es wird vorzugsweise eine Gewichtskompensation vorgesehen, die nach 100 prozentiger Kompensation der vibrationsbildenden (Rotor-) Fliehkraft 16 eine in Rotordüsen 1 bauartbedingt zweite vibrationsbildende Kraft, insbesondere die Radialkomponente 18, um mindestens 5% (vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %) und/oder maximal 190 % (vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %) kompensiert.

**[0073]** Hierbei ist die zweite vibrationsbildende Kraft vorzugsweise über an der Rotordüse 1 realisierte Leistungsparameter, insbesondere Nenn-Abgabevolumenstrom bzw. Volumen [l/min], Druck [bar] und/oder dem Neigungswinkel des Rotors 9 berechenbar.

**[0074]** Die Dimensionierung des Gegengewichts 15 bzw. dessen Masse ist vorzugsweise so, dass die Radialkomponente 18, insbesondere bei dem Nenn-Abgabevolumenstrom, zu mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 190 %, vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %, kompensiert wird.

**[0075]** Das Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse ist also vorzugsweise so dimensioniert und/oder angeordnet, dass die Radialkomponente 18 (insbesondere bei Nenn-Drehzahl des Rotors 9 bzw. bei Nenn-Abgabevolumenstrom) zu mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 190 %, vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %, zusätzlich zur Kompensation lediglich der Fliehkraft 16 kompensiert wird.

**[0076]** Die Dimensionierung des Gegengewichts 15 bzw. dessen Masse ist vorzugsweise so, dass die Fliehkraft 16, insbesondere bei der Nenn-Drehzahl des Rotors 9 bzw. dem Nenn-Abgabevolumenstrom, um mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 190 %, vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %, überkompensiert wird. Die Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse ist also vorzugsweise um mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 190 %, vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %, schwerer, als es zur Kompensation lediglich der Fliehkraft 16 wäre.

**[0077]** Das Gegengewicht 15 ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen radial gegenüberliegend des Lagers 13 an dem Lagerteil 12 angeordnet oder anordenbar.

**[0078]** Die von dem Gegengewicht 15 erzeugte Gegenkraft 19 hängt von der Masse des Gegengewichts 15 und der Position des Gegengewichts 15 bezüglich der Längsachse L ab. Entsprechend kann durch eine Veränderung der Position des Gegengewichts 15 bzw. der Position des Schwerpunkts des Gegengewichts 15 die erzeugte Gegenkraft 19 verändert werden und insbesondere an unterschiedliche Nenn-Drehzahlen und/oder Nenn-Abgabevolumenströme angepasst werden.

**[0079]** Die Rotordüse 1 ist daher vorzugsweise so ausgebildet, dass die Anordnung und/oder Masse des Gegengewichts 15 veränderbar ist und/oder das Gegengewicht 15 austauschbar ist.

**[0080]** Das Gegengewicht 15 ist insbesondere durch ein separates Bauteil gebildet, das in das Lagerteil 12 einsetzbar und/oder aus dem Lagerteil 12 entnehmbar ist, bevorzugt ohne zusätzliches Werkzeug. Dieses separate Bauteil, welches das Gegengewicht 15 bildet, wird nachfolgend insbesondere als Gewichtskörper bezeichnet. Bevorzugt ist daher das Gegengewicht 15 bzw. der Gewichtskörper austauschbar.

**[0081]** Das Lagerteil 12 weist vorzugsweise eine oder mehrere Gewichtsaufnahmen 20 auf. Die Gewichtsaufnahmen 20 sind jeweils zur Aufnahme des Gegengewichts 15 bzw. eines Gewichtskörpers des Gegengewichts 15 ausgebildet. Durch das Vorsehen mehrerer Gewichtsaufnahmen 20 ist das Gegengewicht 15 insbesondere einstellbar, besonders bevorzugt durch Einsetzen unterschiedlicher Gewichtskörper in die Gewichtsaufnahme 20 bzw. Gewichtsaufnahmen 20.

**[0082]** Die Gewichtsaufnahmen 20 können beispielsweise in unterschiedlichen radialen Abständen zur Längsachse L an dem Lagerteil 12 angeordnet sein.

**[0083]** Alternativ oder zusätzlich können eine oder mehrere Gewichtsaufnahmen 20 vorgesehen sein, die nicht radial gegenüberliegend des Lagers 13 angeordnet sind, sondern insbesondere in Umfangsrichtung zu einer dem Lager 13 radial gegenüberliegenden Position versetzt sind. Vorzugsweise sind mehrere Gewichtsaufnahmen 20 symmetrisch zu der Radialen angeordnet, auf der bzw. auf deren Verlängerung das Lager 13 angeordnet ist. Hierdurch können mehrere Gewichtskörper symmetrisch zu dem Lager 13 an dem Lagerteil 12 angeordnet werden bzw. in das Lagerteil 12 eingesetzt werden und/oder eine ggf. auftretende Phasenverschiebung der Radialkomponente 18 zu der Fliehkraft 16 berücksichtigt und durch das Gegengewicht 15 ausgeglichen bzw. kompensiert werden. Insbesondere bei hohen Drehzahlen hat sich gezeigt, dass die Radialkomponente 18 und die Fliehkraft 16 zueinander phasenverschoben sein können, sodass die Fliehkraft 16 und die Radialkomponente 18 in unterschiedliche Richtungen weisen.

**[0084]** Das Gegengewicht 15 kann mehrere separate Gewichtskörper aufweisen oder dadurch gebildet sein. Die Gewichtskörper können identisch oder unterschiedlich ausgebildet sein können. Unterschiedlich ausgebildete Gewichtskörper können sich insbesondere in ihrer Masse, ihrer Dichte, ihrem Volumen und/oder ihrer äußeren Form unterscheiden.

**[0085]** Die Gewichtsaufnahmen 20 sind vorzugsweise durch sich axial bzw. parallel zur Längsachse L erstreckende Ausnehmungen in dem Lagerteil 12 gebildet.

**[0086]** Es kann vorgesehen sein, dass das Gegengewicht 15 - insbesondere während des Betriebs der Rotordüse 1 und/oder automatisch - bewegbar bzw. verlagbar ist, so dass ein Abstand des Schwerpunkts des Gegengewichts 15 von der Längsachse L in Abhängigkeit von einer Drehgeschwindigkeit des Lagerteils 12 und/oder in Abhängigkeit von einem Abgabevolumenstrom veränderbar ist. Hierbei kann besonders bevorzugt vorgesehen sein, dass der Abstand des Gegengewichts 15 bzw. des Schwerpunkts des Gegengewichts 15 von der Längsachse L mit zunehmender Drehgeschwindigkeit des Lagerteils 12 und/oder mit zunehmendem Abgabevolumenstrom zunimmt.

**[0087]** Dies kann dadurch realisiert sein, dass das Gegengewicht 15 innerhalb des Lagerteils 12 bzw. der Gewichtsaufnahme 20 bewegbar ist und insbesondere durch eine Feder oder dergleichen in einer Ruheposition

gehalten wird bzw. in eine Ruheposition gedrängt wird. Die Feder oder sonstige Einrichtung kann dann so ausgelegt sein, dass die Gegenkraft 19 des Gegengewichts 15 ab einer bestimmten Drehgeschwindigkeit und/oder ab einem bestimmten Abgabevolumenstrom die Federkraft, durch die das Gegengewicht 15 in seiner Ruheposition gehalten bzw. in seine Ruheposition getrieben wird, übersteigt, so dass das Gegengewicht 15, bewirkt durch die Gegenkraft 19, entgegen der Federkraft radial nach außen getrieben wird und so seinen Schwerpunkt verlagert. Die veränderte Position des Gegengewichts 15 bzw. seines Schwerpunkts bewirkt dann eine erhöhte Gegenkraft 19, die wiederum die erhöhte Fliehkraft 16 und/oder den erhöhten Rückstoß 17 bzw. dessen Radialkomponente 18 kompensieren kann. Hierdurch können unerwünschte Vibrationen auch bei einem Übersteigen einer Nenn-Drehgeschwindigkeit vermieden werden.

**[0088]** Die Rotordüse 1 bzw. das Lagerteil 12 weist gemäß einem unabhängig realisierbaren Aspekt vorzugsweise ein Schaufelteil 21 auf. Das Schaufelteil 21 ist vorzugsweise um die Längsachse L drehbar gelagert.

**[0089]** Das Schaufelteil 21 weist Schaufeln 22 auf. Über die Schaufeln 22 ist das Schaufelteil 21 bzw. Lagerteil 12 in Rotation versetzbar.

**[0090]** Die Schaufeln 22 sind insbesondere durch radial von dem Schaufelteil 21 und in Umfangsrichtung an dem Schaufelteil 21 angeordnete Elemente gebildet.

**[0091]** Insbesondere wird durch die Schaufeln 22 bzw. Schaufelteil 21 eine Rotation des Lagerteils 12 und damit des Rotors 9, der mit dem Lagerteil 12 gekoppelt ist, durch das in der Wirbelkammer 8 rotierende Fluid F ermöglicht oder unterstützt. Insbesondere weisen die Schaufeln 22 sich radial und/oder zumindest im Wesentlichen parallel zur Längsachse L erstreckende Angriffsflächen auf oder bilden diese. Durch die Schaufeln 22 wird die Angriffsfläche für das in der Wirbelkammer 8 rotierende Fluid F vergrößert und/oder die Effizienz bei der Umwandlung der kinetischen Energie des Fluids F in eine Rotationsenergie bzw. Rotation des Lagerteils 12 und/oder des Rotors 9 verbessert.

**[0092]** Vorzugsweise ist das Lagerteil 12 mehrteilig ausgebildet bzw. weist das Lagerteil 12 mehrere separate Bauteile auf. Insbesondere weist das Lagerteil 12 zusätzlich zu dem Schaufelteil 21 eine Lagereinrichtung 23 auf.

**[0093]** Die Lagereinrichtung 23 stellt insbesondere ein von dem Schaufelteil 21 separates Bauteil dar.

**[0094]** Die Lagereinrichtung 23 ist vorzugsweise drehfest mit dem Schaufelteil 21 gekoppelt bzw. koppelbar. Insbesondere ist das Lagerteil 12 durch die Lagereinrichtung 23 und das Schaufelteil 21 gebildet.

**[0095]** Die Lagereinrichtung 23 weist vorzugsweise das Lager 13 für den Rotor 9 auf oder bildet dieses.

**[0096]** Die Gewichtsaufnahme 20 bzw. Gewichtsaufnahmen 20 ist/sind vorzugsweise zumindest abschnittsweise durch die Lagereinrichtung 23 begrenzt und zumindest abschnittsweise durch das Schaufelteil 21 begrenzt. Insbesondere ist/sind die Gewichtsaufnahme/en

20 also zwischen der Lagereinrichtung 23 und dem Schaufelteil 21 bzw. gemeinsam durch die Lagereinrichtung 23 und das Schaufelteil 21 gebildet.

**[0097]** Es können unterschiedliche Lagereinrichtungen 23 vorgesehen sein, die sich durch die Position des Lagers 13, insbesondere den Abstand des Lagers 13 von der Längsachse L, und/oder die Anzahl und/oder Anordnung der Gewichtsaufnahmen 20 unterscheiden.

**[0098]** Durch die verschiedenen Positionen des Lagers 13 sind insbesondere mit unterschiedlichen Lagereinrichtungen 23 verschiedene Strahlbilder, insbesondere verschiedene Winkel zwischen der Strahlrichtung S und der Längsachse L, realisierbar.

**[0099]** Der Winkel zwischen der Strahlrichtung S und der Längsachse L beträgt vorzugsweise mehr als 5° und/oder weniger als 20°, bevorzugt etwa 10° bis 15°.

**[0100]** Das Lager 13 weist vorzugsweise ein druckbeaufschlagtes Lagerelement 24 auf. Durch das Lagerelement 24 ist der Rotor 9 bzw. das Rotorende 14 vorzugsweise zumindest im Wesentlichen spielfrei gelagert. Dies ist einem geringen Verschleiß sowie der Verhinderung bzw. Verminderung von Vibrationen zuträglich.

**[0101]** Vorzugsweise ist das Rotorende 14 an dem Lagerelement 24 gelagert. Das Lagerelement 24 ist insbesondere in Richtung des Rotors 9 bzw. des Rotorendes 14 druckbeaufschlagt bzw. vorgespannt. Im Darstellungsbeispiel ist dies durch eine Feder 24A realisiert, die eine Kraft auf das Lagerelement 24 ausübt und somit das Lagerelement 24 in Richtung des Rotors 9 drückt. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Lösungen möglich.

**[0102]** Vorzugsweise wird durch das Lagerelement 24 bzw. die Feder 24A sowohl eine Kraft in axialer Richtung zur Austrittsöffnung 6 hin und in radialer Richtung nach innen zur Längsachse L hin, ausgeübt, so dass der Rotor 9 sowohl axial als auch radial spielfrei in dem Lager 13 bzw. mit dem Lagerelement 24 gelagert ist.

**[0103]** Wie bereits weiter oben erwähnt, weist die Einströmöffnung 7 vorzugsweise mehrere Öffnungen 7A auf oder ist hierdurch gebildet.

**[0104]** Insbesondere weist die Rotordüse 1 einen Einsatz 25 auf, der die Einströmöffnung 7 bzw. Öffnungen 7A aufweist oder in dem die Einströmöffnung 7 bzw. die Öffnungen 7A gebildet sind.

**[0105]** Der Einsatz 25 ist vorzugsweise auf einer der Austrittsöffnung 6 abgewandten Seite in das Düsengehäuse 5 eingesetzt bzw. einsetzbar. Auf einer der Austrittsöffnung 6 abgewandten Seite weist der Einsatz 25 vorzugsweise einen Kopplungsabschnitt 25A zum Kopeln bzw. fluidischen, insbesondere fluididichten, Verbinden der Rotordüse 1 mit dem Hochdruckreiniger 2 oder einem Teil davon, insbesondere der Lanze 3, auf.

**[0106]** Der Einsatz 25 bzw. Kopplungsabschnitt 25A weist vorzugsweise einen Einlass 25B auf, durch den das Fluid F in den Einsatz 25 und damit die Rotordüse 1 eintreten kann. Der Einlass 25B ist vorzugsweise durch eine zentrale bzw. zur Längsachse L koaxiale Ausnehmung bzw. Bohrung gebildet.

**[0107]** Der Einsatz 25 weist vorzugsweise verschiedene Abschnitte auf und/oder ist mehrteilig ausgebildet. Insbesondere sind die verschiedenen Abschnitte des Einsatzes 25 durch separate Bauteile gebildet.

5 **[0108]** Der Einsatz 25 bzw. Kopplungsabschnitt 25A weist vorzugsweise einen oder mehrere Durchlässe 25E auf, durch die das Fluid F von dem Einlass 25B zu der Einströmöffnung 7 gelangen kann.

10 **[0109]** Die Einströmöffnung 7 bzw. die Öffnungen 7A ist/sind vorzugsweise durch eine oder mehrere Durchbrechungen in einem Einströmabschnitt 25C des Einsatzes 25 gebildet. Der Einströmabschnitt 25C ist vorzugsweise ein von dem Kopplungsabschnitt 25A separates Bauteil.

15 **[0110]** Die Einströmöffnung 7 weist vorzugsweise eine Auslassrichtung 7B auf, die quer zu einer radialen Richtung verläuft. Die Auslassrichtung 7B ist vorzugsweise die Richtung, in der das Fluid F durch die Einströmöffnung 7 tritt bzw. die Einströmöffnung 7 verlässt und/oder in die Wirbelkammer 8 eintritt. Insbesondere ist die Auslassrichtung 7B senkrecht zum Querschnitt der Einströmöffnung 7 und/oder parallel zu einer Längs- bzw. Symmetrieachse der Einströmöffnung 7 bzw. der Durchbrechung, die die Einströmöffnung 7 bildet.

25 **[0111]** Besonders bevorzugt ist die Auslassrichtung 7B quer zu der Radialen, die von der Längsachse L zu der Einströmöffnung 7 bzw. der jeweiligen Öffnung 7A führt. Bevorzugt ist die Auslassöffnung 7B zumindest im Wesentlichen tangential zur Längsachse L.

30 **[0112]** Mit anderen Worten schließt die Auslassrichtung 7B mit der zur Einströmöffnung 7 bzw. Öffnung 7A weisenden Radialen einen Winkel ein. Vorzugsweise beträgt der Winkel mehr als 0° und/oder höchstens 90°.

35 **[0113]** Vorzugsweise verläuft die Auslassrichtung 7B zumindest im Wesentlichen parallel zu einer zur Längsachse L senkrechten Ebene E. Grundsätzlich kann die Auslassrichtung 7B gegenüber dieser Ebene E jedoch auch geneigt sein, insbesondere in Richtung der Wirbelkammer 8.

40 **[0114]** Die Ebene E ist in Fig. 3 gestrichelt angedeutet. Vorzugsweise hat die relative Lage der Ebene E entlang der Längsachse L keine besondere Bedeutung, da die Ebene E lediglich zur Verdeutlichung bzw. Definition von verschiedenen Richtungen dient.

45 **[0115]** Vorzugsweise weisen verschiedene Öffnungen 7A der Einströmöffnung 7 verschiedene Auslassrichtungen 7B auf. Die vorherigen Erläuterungen bezüglich der Auslassrichtung 7B gelten vorzugsweise jeweils auch in Bezug auf jede einzelne Öffnung 7A.

50 **[0116]** Die Öffnungen 7A sind vorzugsweise im Umfangsrichtung versetzt an dem Einströmabschnitt 25C angeordnet.

55 **[0117]** Die Rotordüse 1 weist vorzugsweise eine Querschnittsteuerung des Einlasses bzw. der Einlässe für Fluid F in die Wirbelkammer 8 auf. Durch Steuerung bzw. Änderung des (hydraulischen bzw. kumulierten) Querschnitts ist es möglich, die Strömungsverhältnisse in der Wirbelkammer 8 zu verändern. Insbesondere ist es mög-



lich, die Rotationsbeschleunigung, Rotationsgeschwindigkeit und/oder Rotationsenergie des in der Wirbelkammer 8 in Rotation versetzten Fluids F, die unmittelbar oder mittelbar auf den Rotor 9 wirkt und diesen in Rotation versetzt, zu steuern bzw. zu ändern.

**[0118]** Die Steuerung erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit von dem am Einlass 25B der Rotordüse 1 anliegenden Druck bzw. die Rotordüse 1 ist hierzu ausgebildet. Die Rotordüse 1 kann also zur vom Druck des Fluids F am Einlass 25B abhängigen, bevorzugt automatischen, Steuerung des (hydraulischen) Querschnitts des Einlasses (bzw. der Summe aller Einlässe) für Fluid F in die Wirbelkammer 8 ausgebildet sein.

**[0119]** Vorzugsweise wird der (hydraulische) Querschnitt vorzugsweise, insbesondere ab einem bestimmten Schwellendruck, in Abhängigkeit vom (weiteren) Druckanstieg bevorzugt kontinuierlich, stetig, monoton, streng monoton und/oder zumindest im Wesentlichen proportional erweitert bzw. die Rotordüse 1 ist hierzu ausgebildet. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Steuerung bzw. Steuerbarkeit des (hydraulischen) Querschnitts des Einlasses bzw. der Einlässe in die Wirbelkammer 8 für das Fluid F um eine zum Druck des Fluids F am Einlass 25B zumindest im Wesentlichen oder teilweise zumindest im Wesentlichen proportionale Steuerung.

**[0120]** Erfindungsgemäß weist die Rotordüse 1 zusätzlich zu der Einströmöffnung 7, einen Bypass 26 und ein druckgesteuertes Ventil 27 auf. Das Ventil 27 ist dazu ausgebildet, in Abhängigkeit von einem Druck des Fluids F automatisch den Bypass 26 freizugeben, so dass bei geöffnetem Ventil 27 bzw. bei freigegebenen Bypass 26 das Fluid F durch die Einströmöffnung 7 und zusätzlich durch den Bypass 26 in die Wirbelkammer 8 einströmen kann.

**[0121]** Die Freigabe des Bypass 26 kann teilweise erfolgen. Die Öffnung des Ventils 27 kann also, vom Druck abhängig, mit unterschiedlichem Öffnungsquerschnitt erfolgen, insbesondere mit bei steigendem Druck sich vergrößerndem Öffnungsquerschnitt des Ventils 27. Hierdurch kann die Steuerung erfolgen.

**[0122]** Der Bypass 26 ist eine - zusätzlich zu der Einströmöffnung 7 vorgesehene - Öffnung, durch die das Fluid F in die Wirbelkammer 8 eintreten kann. Der Bypass 26 und die Einströmöffnung 7 bilden vorzugsweise (zusammen) den Einlass bzw. die Einlässe in die Wirbelkammer 8.

**[0123]** Die Einströmöffnung 7 ist vorzugsweise ununterbrochen fluidisch mit der Wirbelkammer 8 verbunden, insbesondere ohne Steuerbarkeit des (hydraulischen) Querschnitts. Der Bypass 26 weist hingegen vorzugsweise den steuerbaren (hydraulischen) Querschnitt auf. Entsprechend weist der Einlass in die Wirbelkammer 8 einen nur zum Teil steuerbaren (hydraulischen) Querschnitt auf.

**[0124]** Die Einströmöffnung 7 mündet vorzugsweise stromauf des Lagerteils 23, des Schaufelteils 21 und/oder dessen Schaufeln 22 bzw. auf einer dem Ein-

lass des Rotors 9A abgewandten Seite des Lagerteils 23, des Schaufelteils 21 und/oder dessen Schaufeln 22 in die Wirbelkammer 8. Entsprechend wirkt das durch die Einströmöffnung 7 in die Wirbelkammer 8 eintretende Fluid F auf das Lagerteil 23, das Schaufelteil 21 und/oder die Schaufeln 22. Hierdurch oder allgemein kann durch die Einströmöffnung 7 austretendes Fluid F auf den Rotor 9 bzw. das Lagerteil 23 wirken, insbesondere zum Antrieb des Rotors 9 bzw. des Lagerteils 23 beitragen bzw. die Bewegung des Rotors 9 bzw. des Lagerteils 23 beeinflussen.

**[0125]** Der Bypass 26 mündet vorzugsweise stromauf des Lagerteils 23, des Schaufelteils 21 und/oder dessen Schaufeln 22 bzw. auf einer dem Einlass des Rotors 9A abgewandten Seite des Lagerteils 23, des Schaufelteils 21 und/oder dessen Schaufeln 22 in die Wirbelkammer 8. Entsprechend wirkt das durch den Bypass 26 in die Wirbelkammer 8 eintretende Fluid F, vorzugsweise zusätzlich zu dem durch die Einströmöffnung 7 in die Wirbelkammer 8 einströmende Fluid F, auf das Lagerteil 23, das Schaufelteil 21 und/oder die Schaufeln 22. Hierdurch oder allgemein kann (auch) das durch den Bypass 26 austretende Fluid F auf den Rotor 9 bzw. das Lagerteil 23 wirken, insbesondere zum Antrieb des Rotors 9 bzw. des Lagerteils 23 beitragen bzw. die Bewegung des Rotors 9 bzw. des Lagerteils 23 beeinflussen.

**[0126]** Vorzugsweise ist bei geschlossenem Ventil 27 der Bypass 26 geschlossen, so dass bei geschlossenem Ventil 27 kein Fluid F durch den Bypass 26 in die Wirbelkammer 8 eintreten kann bzw. bei geschlossenem Ventil 27 das Fluid F nur durch die Einströmöffnung 7 in die Wirbelkammer 8 gelangen kann.

**[0127]** Vorzugsweise wird durch das Öffnen des Ventils 27 bzw. durch das Freigeben des Bypasses 26 der hydraulische Querschnitt, durch den das Fluid F in die Wirbelkammer 8 eintreten kann, vergrößert, denn der hydraulische Querschnitt setzt sich insbesondere zusammen aus dem hydraulischen Querschnitt der Einströmöffnung 7 und dem hydraulischen Querschnitt des Bypasses 26.

**[0128]** Das Ventil 27 ist insbesondere ein Kugelventil. Vorzugsweise weist das Ventil 27 eine Kugel 27A und eine mit der Kugel 27A zusammenwirkende Feder 27B auf oder ist hierdurch gebildet. Die Feder 27B ist dazu ausgebildet, die Kugel so in dem Bypass 26 zu halten, dass der Bypass 26 geschlossen ist bzw. kein Fluid F durch den Bypass 26 hindurchtreten kann. Mit anderen Worten ist die Kugel 27A bzw. das Ventil 27 mittels der Feder 27B in eine geschlossene Position vorgespannt.

**[0129]** Die Feder 27B ist vorzugsweise so ausgelegt, dass bei Übersteigen eines bestimmten Fluiddrucks der Fluiddruck die Kraft, mit der die Feder 27B die Kugel 27A in eine geschlossene Position vorspannt, übersteigt, so dass das Fluid F die Kugel 27A in Richtung der Feder 27B drückt und der Bypass 26 freigegeben wird.

**[0130]** Durch die Auslegung der Feder 27B, insbesondere durch die Wahl der Federkonstanten, kann eingestellt werden, bei welchem Fluiddruck das Ventil 27 bzw.

die Kugel 27A den Bypass 26 freigibt.

**[0131]** Der Fluiddruck, bei dem das Ventil 27 öffnet bzw. den Bypass 26 freigibt, beträgt vorzugsweise wenige Bar, beispielsweise mindestens 2 oder bar oder mehr und/oder höchstens 10 oder 8 bar oder weniger.

**[0132]** Vorzugsweise weist ein Bypassabschnitt 25D des Einsatzes 25 den Bypass 26 auf oder bildet diesen. Vorzugsweise ist der Bypassabschnitt 25D durch ein separates Bauteil gebildet.

**[0133]** Im Darstellungsbeispiel ist der Bypassabschnitt 25D durch zwei aneinander anliegende Bauteile gebildet, wobei der Bypass 26 insbesondere zwischen diesen beiden Bauteilen gebildet bzw. angeordnet ist.

**[0134]** Der Bypass 26 weist eine Auslassrichtung 26A auf.

**[0135]** Die Auslassrichtung 26A ist vorzugsweise die Richtung, in der das Fluid F durch den Bypass 26 tritt bzw. den Bypass 26 verlässt und/oder in die Wirbelkammer 8 eintritt.

**[0136]** Die Auslassrichtung 26A des Bypasses 26 weicht vorzugsweise von der Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7 ab. Vorzugsweise ist die Auslassrichtung 26A zu der senkrecht zur Längsachse L verlaufenden Ebene E geneigt.

**[0137]** Insbesondere ist die Auslassrichtung 26A des Bypasses 26 zu einer zur Längsachse L senkrechten Ebene E stärker geneigt als die Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7 bzw. schließt die Auslassrichtung 26A des Bypasses 26 mit dieser Ebene E einen größeren Winkel ein als die Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7. Als "zwischen der Ebene E und der Auslassrichtung 7B bzw. 26A eingeschlossener Winkel" wird dabei insbesondere der kleinere der zwischen der jeweiligen Auslassrichtung 7B, 26A und der Ebene E eingeschlossenen Winkel verstanden.

**[0138]** Insbesondere verläuft die Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7 senkrecht zu Längsachse L bzw. parallel zu der Ebene E oder in der Ebene E. Dementsprechend beträgt der zwischen der Ebene E und der Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7 eingeschlossene Winkel vorzugsweise 0°. Der zwischen der Auslassrichtung 26A des Bypasses 26 und der Ebene E eingeschlossene Winkel ist in Fig. 4 schematisch angedeutet.

**[0139]** Mit anderen Worten tritt also das durch den Bypass 26 in die Wirbelkammer 8 strömende Fluid F in eine andere Richtung bzw. in einem anderen Winkel (insbesondere bezogen auf die Ebene E) in die Wirbelkammer 8 ein als das durch die Einströmöffnung 7 strömende Fluid F. Hierdurch kann die Strömung des Fluids F in der Wirbelkammer 8 beeinflusst bzw. verändert werden.

**[0140]** Der Bypass 26 dient insbesondere dazu, eine Erhöhung der Drehzahl des Rotors 9 bzw. Lagerteils 12 über einen, insbesondere vorgegebenen bzw. vorgebbaren, Grenzwert zu verhindern bzw. die Drehzahl des Rotors 9 bzw. Lagerteils 12 zu begrenzen.

**[0141]** Eine Erhöhung der Drehzahl über den Grenzwert kann insbesondere auftreten, wenn der Volumen-

strom des Fluids F durch die Einströmöffnung 7 und/oder der Fluiddruck zu hoch wird. Durch das Freigeben des Bypasses 26 bei einem zu hohen Fluiddruck kann die Erhöhung der Drehzahl verhindert bzw. eingedämmt werden.

**[0142]** Zur Erläuterung der Strömungsverhältnisse in der Wirbelkammer 8 ist insbesondere eine Betrachtung in angepassten Koordinaten hilfreich. Die Bewegung bzw. Geschwindigkeit jedes (gedachten oder realen) Teilchens des Fluids F kann aufgeteilt werden in eine Z-Komponente, nachfolgend als Axialkomponente bezeichnet, eine Radialkomponente 18 und eine Tangentialkomponente. Hierbei ist die Axialkomponente parallel zu der Längsachse L, die Radialkomponente 18 radial zu der Längsachse L und die Tangentialkomponente senkrecht zu der Axialkomponente und der Radialkomponente 18, sodass die Komponenten ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem bilden.

**[0143]** Die Rotation des Lagerteils 12 bzw. Rotors 9 wird insbesondere maßgeblich durch die jeweilige lokale Tangentialkomponente des Fluids F bzw. Teilchens beeinflusst bzw. bestimmt. Wenn nun der Bypass 26 eine andere Auslassrichtung aufweist als die Einströmöffnung 7, wird das Verhältnis zwischen der Axialkomponente, der Radialkomponente 18 und der Tangentialkomponente des Fluids F bzw. der Teilchen in der Wirbelkammer 8 verändert, so dass durch eine entsprechende Wahl der Auslassrichtung insbesondere verhindert werden kann, dass die Tangentialkomponente einen zu großen Wert annimmt. Hierdurch kann wiederum verhindert werden, dass die - maßgeblich durch die Tangentialkomponente bestimmte - Drehzahl des Lagerteils 12 zu groß wird bzw. ein Grenzwert der Drehzahl überschritten wird.

**[0144]** Die Rotordüse 1 bzw. der Einsatz 25 weist vorzugsweise mehrere, insbesondere in Umfangsrichtung versetzt an dem Einsatz 25 bzw. Bypassabschnitt 25D angeordnete Bypässe 26 auf. Die vorherigen Erläuterungen bezüglich des Bypasses 26 und/oder der Auslassrichtung 26A gelten vorzugsweise für jeden einzelnen Bypass 26.

**[0145]** Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die mehreren Bypässe 26 jeweils ein (eigenes) druckgesteuertes Ventil 27 aufweisen, wobei die Ventile 27 mindestens zwei oder mehr unterschiedliche Schwellwerte für den Druck aufweisen, bei dem der jeweilige Bypass 26 durch das jeweilige Ventil 27 freigegeben wird. Hierdurch ist eine genauere Kontrolle bzw. Begrenzung der Drehzahl des Rotors 9 und/oder eine Kontrolle bzw. Begrenzung der Drehzahl des Rotors 9 über einen größeren Drehzahlbereich ermöglicht.

**[0146]** In einem bevorzugten Beispiel sind zehn Bypässe 26 vorgesehen, die jeweils ein druckgesteuertes Ventil 27 aufweisen, wobei fünf der Ventile 27 dazu ausgebildet sind, bei einem Druck von 3 bar zu öffnen bzw. den jeweiligen Bypass 26 freizugeben und fünf der Ventile 27 dazu ausgebildet sind, bei einem Druck von 10 bar den jeweiligen Bypass 26 zu öffnen.

**[0147]** Der Rotor 9 weist vorzugsweise einen Einlass

9A zum Eintritt des Fluids F in den Rotor 9, einen Auslass 9B zum Austritt des Fluids F aus dem Rotor 9 und einen Kanal 28 zur Führung des Fluids F in dem Rotor 9 bzw. von dem Einlass 9A zu dem Auslass 9B auf. Der Einlass 9A und der Auslass 9B sind durch den Kanal 28 fluidisch miteinander verbunden.

**[0148]** Der Einlass 9A bildet vorzugsweise eine Öffnung des Kanals 28 zur Wirbelkammer 8, durch die das Fluid F von der Wirbelkammer 8 in den Rotor 9 bzw. Kanal 28 eintreten kann. Der Auslass 9B bildet vorzugsweise die Austrittsöffnung 6 und/oder mündet in der Austrittsöffnung 6.

**[0149]** In einem bevorzugten, unabhängig realisierbaren Aspekt weist der Kanal 28 einen ersten, vorzugsweise geraden, Abschnitt 28A und einen zweiten, vorzugsweise geraden, Abschnitt 28B auf. Besonders bevorzugt ist die Strömungsrichtung des Fluids F im ersten Abschnitt 28A zumindest im Wesentlichen entgegengesetzt zu der Strömungsrichtung des Fluids F in dem zweiten Abschnitt 28B. Die Strömungsrichtungen des Fluids F in dem Kanal 28 sind in Fig. 5 durch Pfeile angedeutet.

**[0150]** Vorzugsweise weist in dem ersten Abschnitt 28A die Strömungsrichtung des Fluids F in eine von der Austrittsöffnung 6 bzw. der Rotorspitze 11 abgewandte Richtung und/oder in einer dem Rotorende 14 zugewandte Richtung.

**[0151]** In dem zweiten Abschnitt 28B weist die Strömungsrichtung des Fluids F vorzugsweise in eine von dem Rotorende 14 abgewandte Richtung und/oder in eine der Rotorspitze 11 bzw. der Austrittsöffnung 6 zugewandte Richtung.

**[0152]** Insbesondere ist der Kanal 28 gewunden bzw. weist der Kanal 28 eine Wendung bzw. Kehre auf.

**[0153]** Vorzugsweise weist der erste Abschnitt 28A den Einlass 9A auf und/oder weist der zweite Abschnitt 28B den Auslass 9B auf.

**[0154]** Der erste Abschnitt 28A und der zweite Abschnitt 28B verlaufen vorzugsweise zumindest im Wesentlichen parallel zu einer Längsachse des Rotors 9.

**[0155]** Der Einlass 9A ist vorzugsweise auf einer der Austrittsöffnung 6 bzw. der Rotorspitze 11 zugewandten Seite des ersten Abschnitts 28A angeordnet.

**[0156]** Insbesondere dient zumindest der erste Abschnitt 28A als "Beruhigungsstrecke", sodass die Strömung des Fluids F von einer turbulenten Strömung in der Wirbelkammer 8 in eine laminare Strömung in dem Kanal 28 bzw. ersten Abschnitt 28A übergeht. Vorzugsweise herrscht in dem zweiten Abschnitt 28B oder jedenfalls an der Austrittsöffnung 6 eine zumindest im Wesentlichen laminare Strömung. Vorzugsweise ist der erste Abschnitt 28A weiter außen an dem Rotor 9 bzw. in einem größeren Abstand von einer Längsachse des Rotors 9 angeordnet als der zweite Abschnitt 28B. Insbesondere umgibt der erste Abschnitt 28A den zweiten Abschnitt 28B. Die Längsachse des Rotors 9 kann mit der Strahlrichtung S deckungsgleich sein.

**[0157]** Besonders bevorzugt ist der erste Abschnitt 28A durch ein Koaxialrohr gebildet und/oder ist der zwei-

te Abschnitt 28B durch ein Zentralrohr gebildet. Das Zentralrohr und/oder das Koaxialrohr ist/sind vorzugsweise koaxial zur Längsachse des Rotors 9 angeordnet.

**[0158]** Besonders bevorzugt ist das Koaxialrohr glockenförmig um das Zentralrohr angeordnet.

**[0159]** Das Zentralrohr bzw. der zweite Abschnitt 28B mündet vorzugsweise an einem ersten Ende 29 in die Austrittsöffnung 6 und an einem zweiten Ende 30 in das Koaxialrohr bzw. den ersten Abschnitt 28A.

**[0160]** Das Koaxialrohr bzw. der zweite Abschnitt 28B erstreckt sich vorzugsweise von dem Einlass 9A zu dem zweiten Ende 30 des zweiten Abschnitts 28B bzw. des Zentralrohrs.

**[0161]** Der Rotor 9 ist also vorzugsweise so ausgebildet, dass das Fluid F zunächst an einer Außenseite durch den Einlass 9B in den Rotor 9 bzw. den Kanal 28 eintritt. In dem ersten Abschnitt 28A bzw. dem Koaxialrohr strömt das Fluid F dann zunächst in Richtung des Rotorendes 14 bzw. in eine von der Rotorspitze 11 und/oder der Austrittsöffnung 6 abgewandte bzw. entgegengesetzte Richtung. Anschließend gelangt das Fluid F von dem ersten Abschnitt 28A in den zweiten Abschnitt 28B, wobei sich die Strömungsrichtung des Fluids F zumindest im Wesentlichen umkehrt. Im zweiten Abschnitt 28B bzw. dem Zentralrohr strömt das Fluid F dann in Richtung der Austrittsöffnung 6 bzw. der Rotorspitze 11.

**[0162]** Die Rotordüse 1 bzw. der Rotor 9 weist vorzugsweise eine Düse 31 auf. Insbesondere stellt die Düse 31 eine Verengung des Kanals 28 dar. Vorzugsweise stellt die Düse 31 einen Abschnitt des zweiten Abschnitts 28B dar oder schließt sich die Düse 31 an den zweiten Abschnitt 28B an.

**[0163]** Vorzugsweise weist der Rotor 9 einen Düsen-einsatz 32 auf, der die Düse 31 aufweist oder bildet. Der Düsen-einsatz 32 ist vorzugsweise ein separates Bauteil. Insbesondere ist der Düsen-einsatz 32 in das Zentralrohr eingesetzt bzw. fluidisch mit dem Zentralrohr verbunden.

**[0164]** Vorzugsweise weisen der erste Abschnitt 28A und/oder der zweite Abschnitt 28B mehrere voneinander getrennte, parallel zueinander verlaufende Strömungsführungen 33 auf. Hierdurch können die Strömungseigenschaften in dem Kanal 28 verbessert werden, insbesondere eine lineare und/oder laminare Strömung in dem Kanal 28 erzeugt oder sichergestellt werden.

**[0165]** Der Bypass 26 bildet vorzugsweise einen Kanal oder weist einen Kanal auf. Hierbei ist weiter bevorzugt, dass der Bypass 26 einen kanalförmigen Zulauf zu dem Ventil 27 und/oder einen kanalförmigen Ablauf von dem Ventil 27 in die Wirbelkammer 8 aufweist.

**[0166]** Der Bypass 26 ist vorzugsweise ein Abzweig. Der Bypass 26 zweigt vorzugsweise zwischen dem Einlass und der Einströmöffnung 7A ab. Der Bypass 26 bildet also mit anderen Worten einen Abzweig eines in die Einströmöffnung 7 bzw. die Öffnungen 7A mündenden Trakts bzw. einer sich zwischen dem Einlass 25B und der Einströmöffnung 7 bzw. den Öffnungen 7A erstreckenden, das Fluid F leitenden Struktur.

**[0167]** Bei dem Bypass 26 handelt es sich also insbe-

sondere um einen durch das Ventil 27 steuerbaren bzw. druckabhängig zu öffnenden und zu schließenden Abzweig, der in den Einlass 25B eintretendes Fluid F durch eine von der Einströmöffnung 7 getrennt realisierte Öffnung in die Wirbelkammer 8 leitet.

E Ebene  
F Fluid  
L Längsachse  
S Strahlrichtung  
5 W Fluidweg

#### Bezugszeichenliste:

[0168]

1	Rotordüse
2	Hochdruckreiniger
3	Lanze
4	Schlauch
5	Düsengehäuse
6	Austrittsöffnung
7	Einströmöffnung
7A	Öffnung
7B	Auslassrichtung von 7/7A
8	Wirbelkammer
9	Rotor
9A	Einlass von 9
9B	Auslass von 9
10	Lagerpfanne
11	Rotorspitze
12	Lagerteil
13	Lager
14	Rotorende
15	Gegengewicht
16	Fliehkraft
17	Rückstoß
18	Radialkomponente
19	Gegenkraft
20	Gewichtsaufnahme
21	Schaufelteil
22	Schaufel
23	Lagereinrichtung
24	Lagerelement
24A	Feder
25	Einsatz
25A	Kopplungsabschnitt
25B	Einlass
25C	Einströmabschnitt
25D	Bypassabschnitt
25E	Durchlass
26	Bypass
26A	Auslassrichtung von 26
27	Ventil
27A	Kugel
27B	Feder
28	Kanal
28A	erster Abschnitt
28B	zweiter Abschnitt
29	erstes Ende
30	zweites Ende
31	Düse
32	Düseneinsatz
33	Strömungsführung

#### Patentansprüche

- 10 1. Rotordüse (1), insbesondere für Hochdruckreiniger (2), mit einem Düsengehäuse (5), das zwischen einer Einströmöffnung (7) und einer Austrittsöffnung (6) eine Wirbelkammer (8) aufweist, wobei in dem Düsengehäuse (5) ein zu einer Längsachse (L) des Düsengehäuses (5) geneigter Rotor (9) angeordnet ist, der auf einer der Austrittsöffnung (6) zugewandten Seite beweglich abgestützt ist und auf einer der Austrittsöffnung (6) abgewandten Seite an einem um die Längsachse (L) drehbaren Lagerteil (12) gelagert ist, wobei das Lagerteil (12) von durch die Einströmöffnung (7) in die Wirbelkammer (8) eintretendem Fluid (F) in Rotation versetzbar ist, wobei
- 15 die Rotordüse (1) zusätzlich zu der Einströmöffnung (7) einen Bypass (26) und ein druckgesteuertes Ventil (27) aufweist, das in Abhängigkeit von einem Druck des Fluids (F) automatisch den Bypass (26) freigibt, sodass Fluid (F) durch die Einströmöffnung (7) und zusätzlich durch den Bypass (26) in die Wirbelkammer (8) einströmen kann.
- 20 2. Rotordüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (26) eine Auslassrichtung (26A) aufweist, die von einer Auslassrichtung (7B) der Einströmöffnung (7) abweicht.
- 25 3. Rotordüse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zwischen der Auslassrichtung (26A) des Bypasses (26) und einer senkrecht zur Längsachse (L) verlaufenden Ebene (E) eingeschlossener Winkel größer ist als ein zwischen dieser Ebene (E) und der Auslassrichtung der Einströmöffnung (7) eingeschlossener Winkel.
- 30 4. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotordüse (1) mehrere Bypässe (26) mit jeweils einem druckgesteuerten Ventil (27) aufweist, das in Abhängigkeit von einem Druck des Fluids (F) automatisch den jeweiligen Bypass (26) freigibt, wobei die Ventile (27) mindestens zwei unterschiedliche Schwellwerte für den Druck aufweisen, bei dem der jeweilige Bypass (26) durch das jeweilige Ventil (27) freigegeben wird.
- 35 5. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (26) und die Einströmöffnung (7) Einlässe in die Wirbelkammer (8) bilden.
- 40
- 45
- 50
- 55

6. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (26) eine zusätzlich zu der Einströmöffnung (7) vorgesehene Öffnung ist, durch die das Fluid (F) in die Wirbelkammer (8) eintreten kann.
7. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei geöffnetem Ventil (27) und bei freigegebenem Bypass (26) das Fluid (F) durch die Einströmöffnung (7) und zusätzlich durch den Bypass (26) in die Wirbelkammer (8) einströmen kann.
8. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einströmöffnung (7) ununterbrochen und/oder ohne Steuerbarkeit des hydraulischen Querschnitts fluidisch mit der Wirbelkammer (8) verbunden ist.
9. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bypass (26) stromauf des Lagerteils (12), eines Schaufelteils (21) und/oder dessen Schaufeln (22) in die Wirbelkammer (8) mündet.
10. Rotordüse nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das durch den Bypass (26) in die Wirbelkammer (8) eintretende Fluid (F) zusätzlich zu dem durch die Einströmöffnung (7) in die Wirbelkammer (8) einströmende Fluid (F), auf das Lagerteil (12), das Schaufelteil (21) und/oder die Schaufeln (22) wirkt.
11. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei geschlossenem Ventil (27) der Bypass (26) geschlossen ist, so dass bei geschlossenem Ventil (27) kein Fluid (F) durch den Bypass (26) in die Wirbelkammer (8) eintreten kann bzw. bei geschlossenem Ventil (27) das Fluid (F) nur durch die Einströmöffnung (7) in die Wirbelkammer (8) gelangen kann.
12. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich durch das Öffnen des Ventils (27) der hydraulische Querschnitt, durch den das Fluid (F) in die Wirbelkammer (8) eintreten kann, vergrößert, wobei der hydraulische Querschnitt sich aus dem hydraulischen Querschnitt der Einströmöffnung (7) und dem hydraulischen Querschnitt des Bypasses (26) zusammensetzt.
13. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (27) eine Kugel (27A) und eine mit der Kugel (27A) zusammenwirkende Feder (27B) aufweist, die Kugel (27A) bzw. das Ventil (27) mittels der Feder (27B) in eine geschlossene Position vorspannt.

14. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fluidruck, bei dem das Ventil (27) öffnet bzw. den Bypass (26) freigibt, mindestens 2 bar und/oder höchstens 10 bar beträgt.
15. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl des Lagerteils und/oder des Rotors durch die Rotation des Fluids in einer senkrecht zur Längsachse verlaufenden Ebene bestimmt wird und die Auslassrichtung (26A) des Bypasses (26) von einer Auslassrichtung der Einströmöffnung (7) so abweicht, dass hierdurch die Strömungsverhältnisse in der Wirbelkammer variiert und/oder beeinflusst werden.

### Claims

1. Rotor nozzle (1), in particular for high-pressure cleaners (2), with a nozzle housing (5) which has a swirl chamber (8) between an inflow opening (7) and an outlet opening (6), a rotor (9) which is inclined with respect to a longitudinal axis (L) of the nozzle housing (5) being arranged in the nozzle housing (5), which rotor is movably supported on a side facing the outlet opening (6) and is mounted on a side facing away from the outlet opening (6) on a bearing part (12) which is rotatable about the longitudinal axis (L), wherein the bearing part (12) can be set in rotation by fluid (F) entering the swirl chamber (8) through the inflow opening (7), wherein the rotor nozzle (1) has, in addition to the inflow opening (7), a bypass (26) and a pressure-controlled valve (27) which automatically releases the bypass (26) in dependence on a pressure of the fluid (F), so that fluid (F) can flow into the swirl chamber (8) through the inflow opening (7) and additionally through the bypass (26).
2. Rotor nozzle according to claim 1, **characterised in that** the bypass (26) has an outlet direction (26A) which deviates from an outlet direction (7B) of the inflow opening (7).
3. Rotor nozzle according to claim 2, **characterised in that** an angle included between the outlet direction (26A) of the bypass (26) and a plane (E) extending perpendicular to the longitudinal axis (L) is greater than an angle included between said plane (E) and the outlet direction of the inflow opening (7).
4. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the rotor nozzle (1) has a plurality of bypasses (26) each with a pressure-controlled valve (27) which automatically releases the respective bypass (26) in dependence on a pressure of the fluid (F), the valves (27) having at least

two different threshold values for the pressure at which the respective bypass (26) is released by the respective valve (27).

5. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the bypass (26) and the inflow opening (7) form inlets into the swirl chamber (8). 5
6. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the bypass (26) is an opening provided in addition to the inflow opening (7), through which the fluid (F) can enter the swirl chamber (8). 10
7. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** when the valve (27) is open and the bypass (26) is released, the fluid (F) can flow into the swirl chamber (8) through the inflow opening (7) and additionally through the bypass (26). 15 20
8. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the inflow opening (7) is fluidically connected to the swirl chamber (8) without interruption and/or without controllability of the hydraulic cross-section. 25
9. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the bypass (26) opens into the swirl chamber (8) upstream of the bearing part (12), a blade part (21) and/or its blades (22). 30
10. Rotor nozzle according to claim 9, **characterised in that** the fluid (F) entering the swirl chamber (8) through the bypass (26) acts on the bearing part (12), the blade part (21) and/or the blades (22) in addition to the fluid (F) entering the swirl chamber (8) through the inflow opening (7). 35
11. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that**, when the valve (27) is closed, the bypass (26) is closed so that, when the valve (27) is closed, no fluid (F) can enter the swirl chamber (8) through the bypass (26) and/or, when the valve (27) is closed, the fluid (F) can only enter the swirl chamber (8) through the inflow opening (7). 40 45
12. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the hydraulic cross-section through which the fluid (F) can enter the swirl chamber (8) is increased by opening the valve (27), the hydraulic cross-section being composed of the hydraulic cross-section of the inflow opening (7) and the hydraulic cross-section of the bypass (26). 50 55
13. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the valve (27) com-

prises a ball (27A) and a spring (27B) cooperating with the ball (27A), biasing the ball (27A) and/or the valve (27) into a closed position by means of the spring (27B).

14. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterised in that** the fluid pressure at which the valve (27) opens and/or releases the bypass (26) is at least 2 bar and/or at most 10 bar.
15. Rotor nozzle according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rotational speed of the bearing part and/or of the rotor is determined by the rotation of the fluid in a plane extending perpendicular to the longitudinal axis, and the outlet direction (26A) of the bypass (26) deviates from an outlet direction of the inflow opening (7) in such a way that the flow conditions in the swirl chamber are varied and/or influenced thereby.

## Revendications

1. Buse de rotor (1), en particulier pour nettoyeur haute pression (2), avec un boîtier de buse (5) qui présente une chambre de turbulence (8) entre une ouverture d'entrée (7) et une ouverture de sortie (6), un rotor (9) incliné par rapport à un axe longitudinal (L) du boîtier de buse (5) étant disposé dans le boîtier de buse (5), le rotor (9) étant supporté de manière mobile sur un côté tourné vers l'ouverture de sortie (6) et étant monté, sur un côté opposé à l'ouverture de sortie (6), sur une partie de palier (12) pouvant tourner autour de l'axe longitudinal (L), la partie de palier (12) pouvant être mise en rotation par le fluide (F) pénétrant dans la chambre de turbulence (8) par l'ouverture d'entrée (7), la buse de rotor (1) présentant, en plus de l'ouverture d'entrée (7), une dérivation (26) et une vanne commandée par pression (27) qui libère automatiquement la dérivation (26) en fonction d'une pression du fluide (F), de sorte que le fluide (F) peut s'écouler dans la chambre de turbulence (8) par l'ouverture d'entrée (7) et en plus par la dérivation (26).
2. Buse de rotor selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la dérivation (26) présente une direction de sortie (26A) qui diffère d'une direction de sortie (7B) de l'ouverture d'entrée (7).
3. Buse de rotor selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'un** angle compris entre la direction de sortie (26A) de la dérivation (26) et un plan (E) perpendiculaire à l'axe longitudinal (L) est supérieur à un angle compris entre ce plan (E) et la direction de sortie de l'ouverture d'entrée (7).
4. Buse de rotor selon l'une des revendications précé-

- dentes, **caractérisée en ce que** la buse de rotor (1) présente plusieurs dérivation (26) avec chacune une vanne (27) commandée par pression, qui libère automatiquement la dérivation (26) respective en fonction d'une pression du fluide (F), les vannes (27) présentant au moins deux valeurs de seuil différentes pour la pression à laquelle la dérivation (26) respective est libérée par la vanne (27) respective. 5
5. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la dérivation (26) et l'ouverture d'entrée (7) forment des entrées dans la chambre de turbulence (8). 10
6. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la dérivation (26) est une ouverture prévue en plus de l'ouverture d'entrée (7), à travers laquelle le fluide (F) peut entrer dans la chambre de turbulence (8). 15
7. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, lorsque la vanne (27) est ouverte et que la dérivation (26) est libérée, le fluide (F) peut s'écouler dans la chambre de turbulence (8) par l'ouverture d'entrée (7) et en outre par la dérivation (26). 20 25
8. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ouverture d'entrée (7) est reliée fluidiquement à la chambre de turbulence (8) de manière ininterrompue et/ou sans possibilité de commande de la section hydraulique. 30
9. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la dérivation (26) débouche en amont de la partie de palier (12), d'une partie d'aube (21) et/ou de ses aubes (22) dans la chambre de turbulence (8). 35
10. Buse de rotor selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** le fluide (F) entrant dans la chambre de turbulence (8) par la dérivation (26), en plus du fluide (F) entrant dans la chambre de turbulence (8) par l'ouverture d'entrée (7), agit sur la partie de palier (12), la partie d'aube (21) et/ou les aubes (22). 40 45
11. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, lorsque la vanne (27) est fermée, la dérivation (26) est fermée, de sorte que, lorsque la vanne (27) est fermée, aucun fluide (F) ne peut entrer dans la chambre de turbulence (8) par la dérivation (26) et/ou, lorsque la vanne (27) est fermée, le fluide (F) ne peut entrer dans la chambre de turbulence (8) que par l'ouverture d'entrée (7). 50 55
12. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ouverture de la vanne (27) augmente la section hydraulique par laquelle le fluide (F) peut entrer dans la chambre de turbulence (8), la section hydraulique se composant de la section hydraulique de l'ouverture d'entrée (7) et de la section hydraulique de la dérivation (26).
13. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la vanne (27) comprend une bille (27A) et un ressort (27B) coopérant avec la bille (27A), la bille (27A) et/ou la vanne (27) étant sollicitée(s) vers une position fermée par le ressort (27B).
14. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pression de fluide à laquelle la vanne (27) s'ouvre et/ou libère la dérivation (26) est d'au moins 2 bars et/ou d'au plus 10 bars.
15. Buse de rotor selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la vitesse de rotation de la partie de palier et/ou du rotor est déterminée par la rotation du fluide dans un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal et la direction de sortie (26A) de la dérivation (26) diffère d'une direction de sortie de l'ouverture d'entrée (7) de telle sorte que les conditions d'écoulement dans la chambre de turbulence sont ainsi modifiées et/ou influencées.

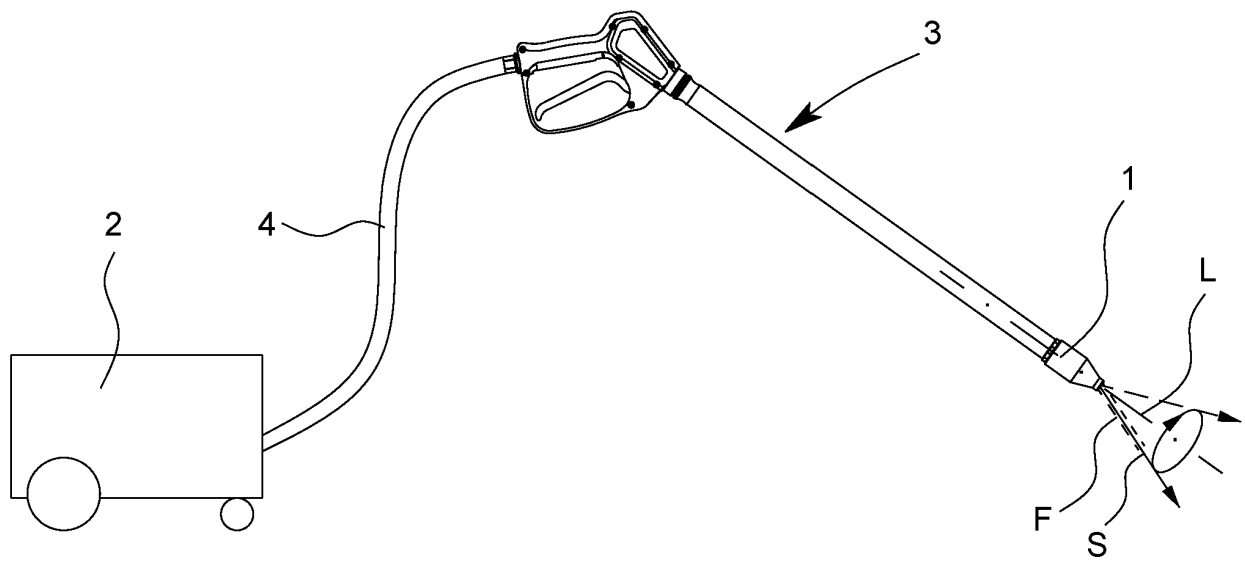


Fig. 1

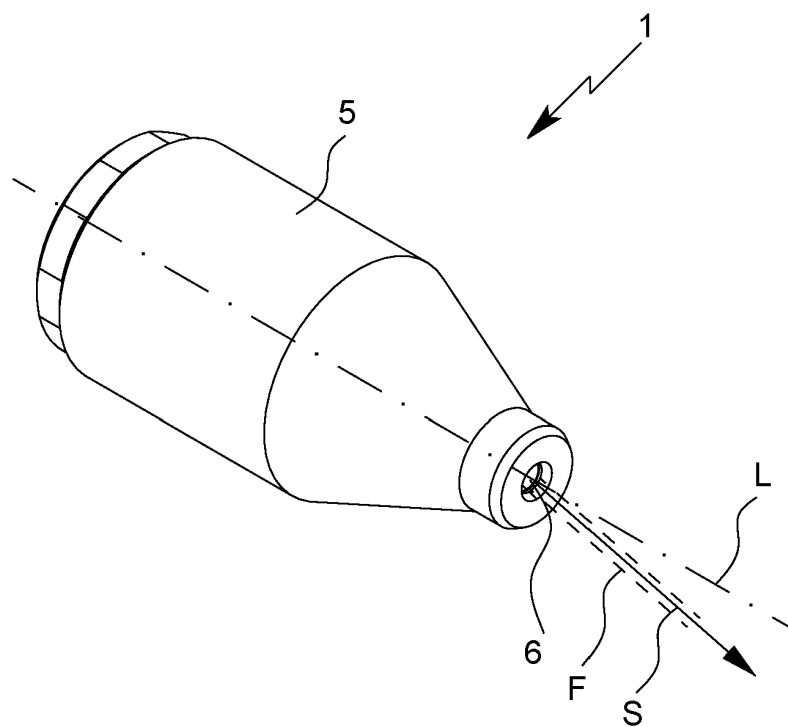


Fig. 2



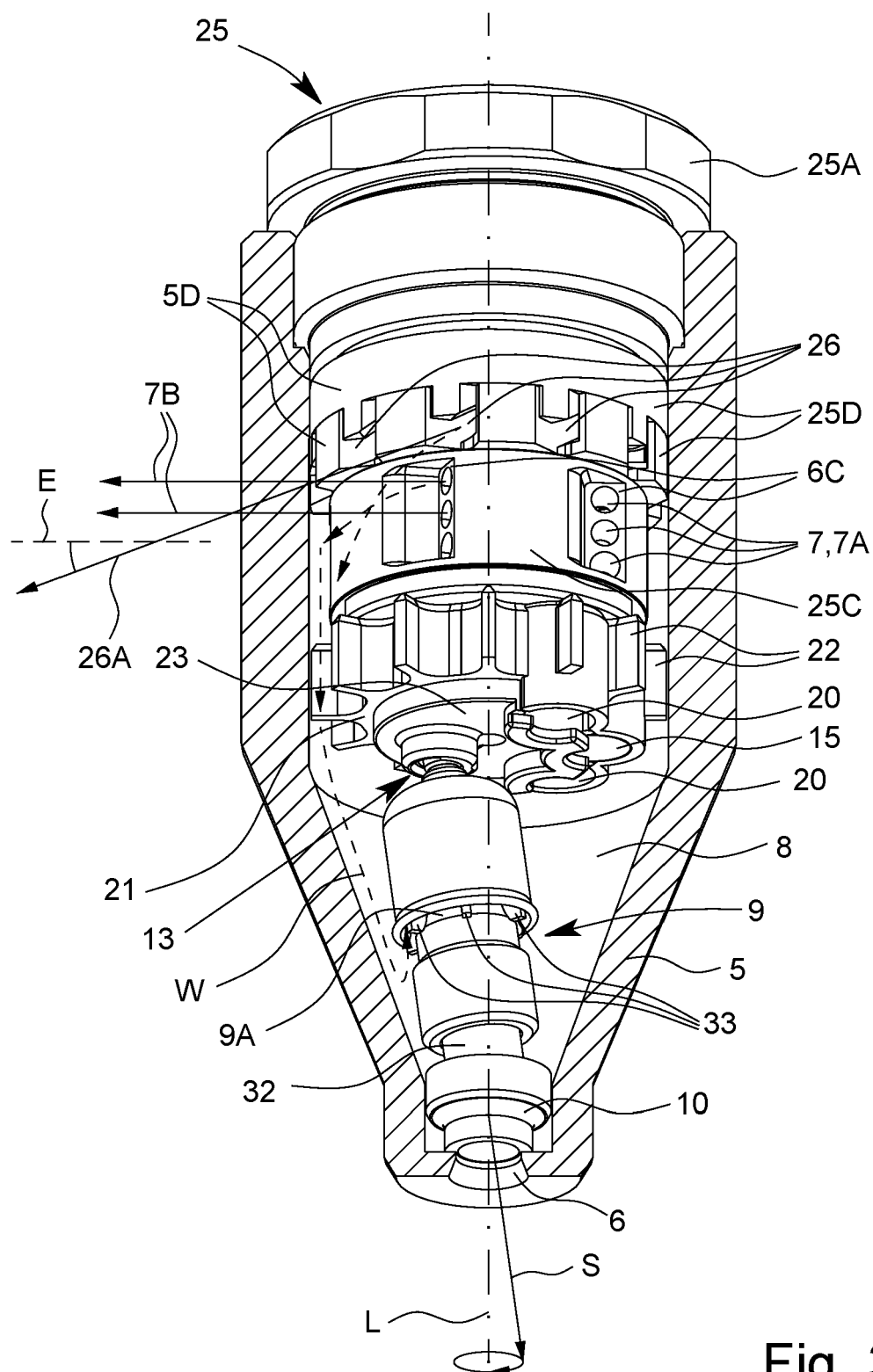


Fig. 3

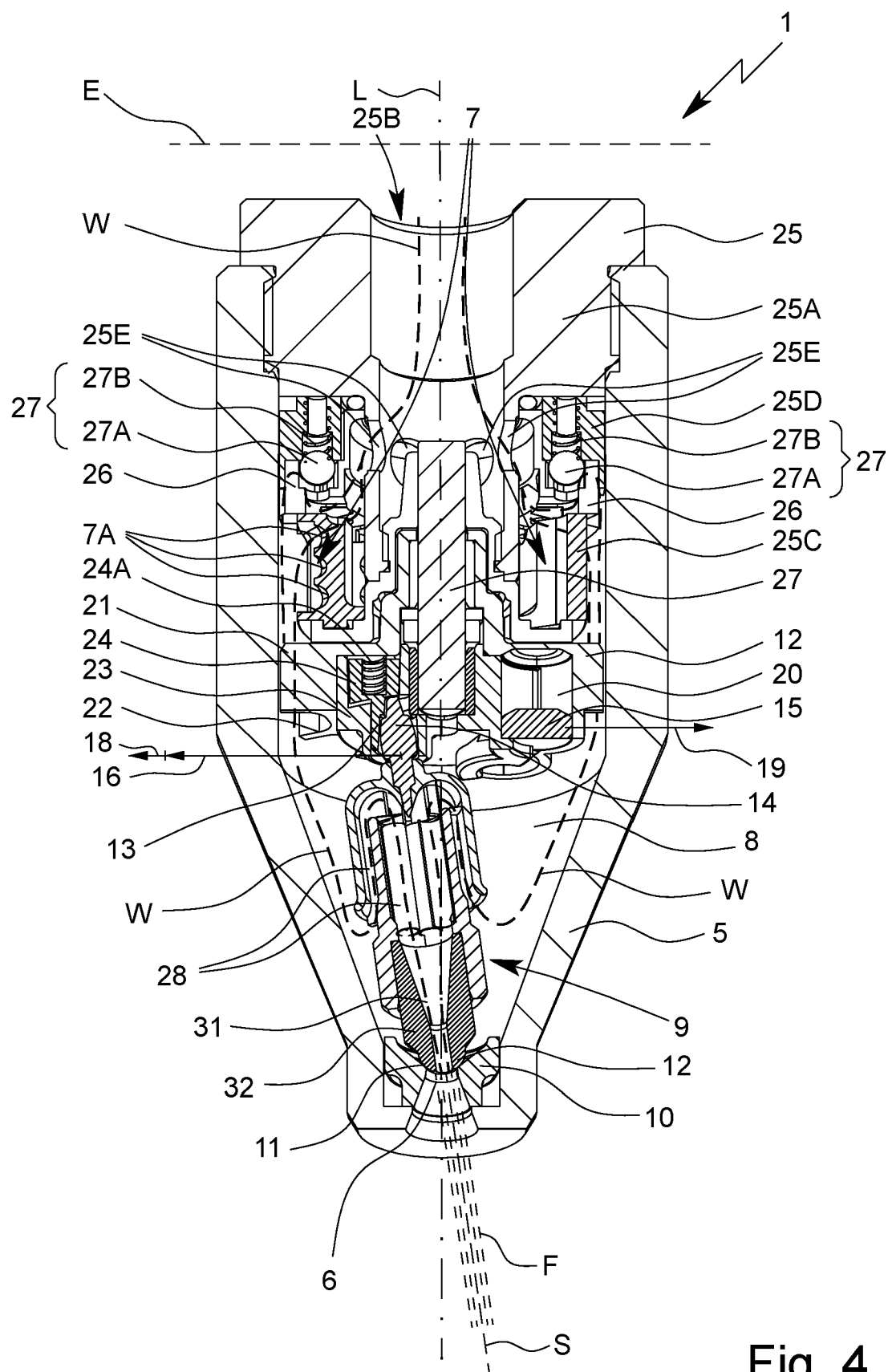
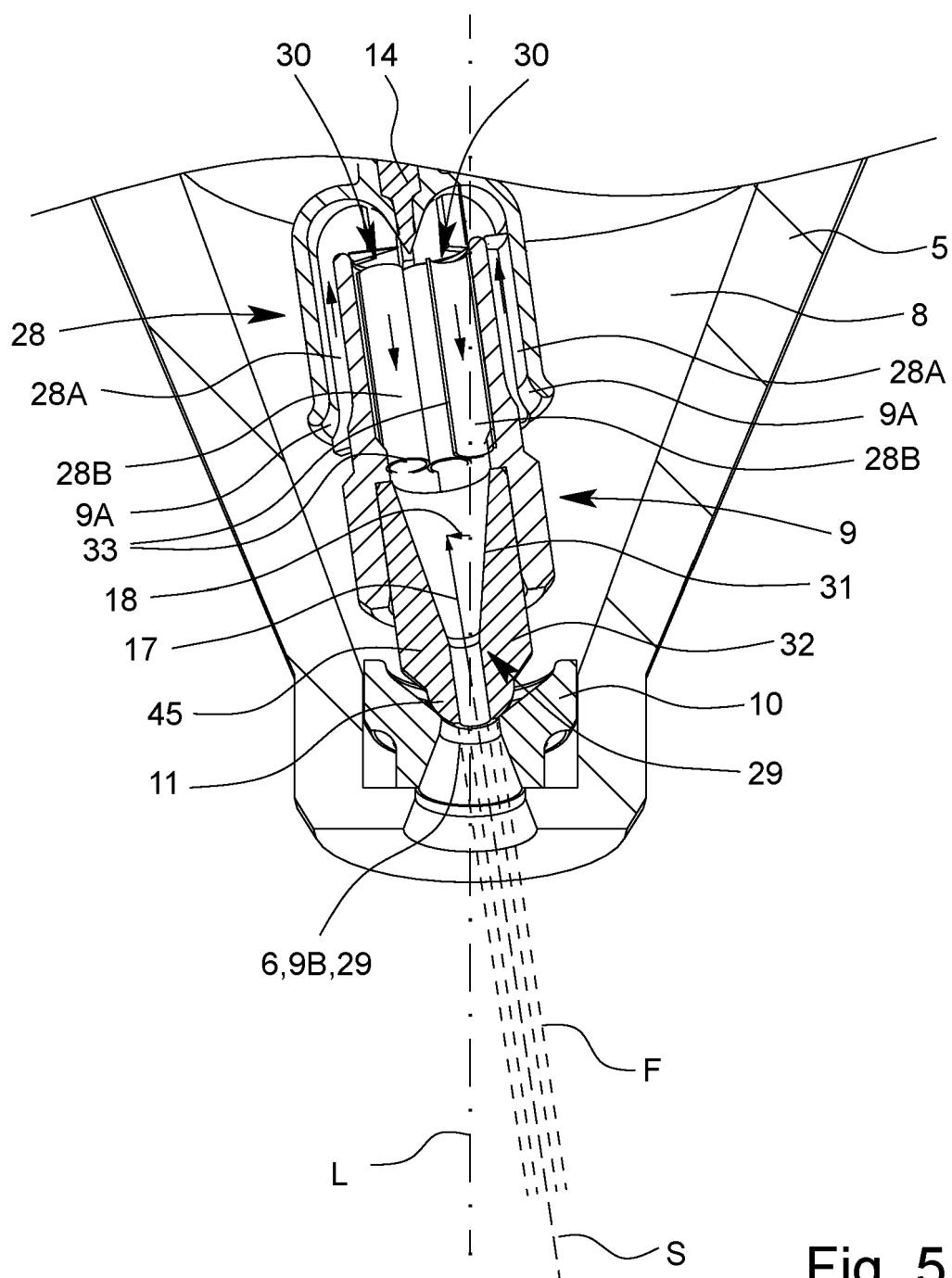


Fig. 4



**Fig. 5**

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10037033 A1 [0004] [0007]
- DE 102006019078 A1 [0007]
- DE 102005037858 A1 [0007]