

(19)



(11)

**EP 3 892 383 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**13.10.2021 Patentblatt 2021/41**

(51) Int Cl.:

**B05B 3/04** (2006.01)**B05B 1/34** (2006.01)**B08B 3/02** (2006.01)**B05B 15/18** (2018.01)(21) Anmeldenummer: **21166575.7**(22) Anmeldetag: **01.04.2021**

(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**

Benannte Erstreckungsstaaten:

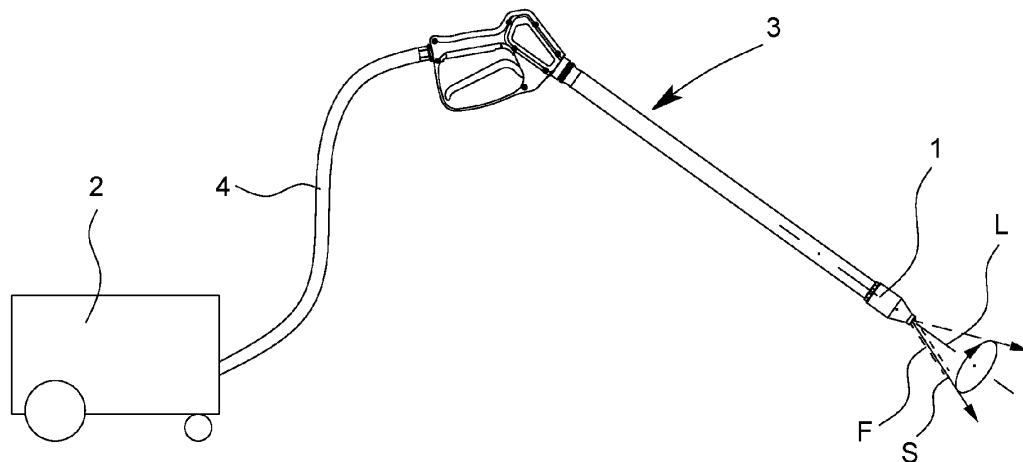
**BA ME**

Benannte Validierungsstaaten:

**KH MA MD TN**(71) Anmelder: **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)**(30) Priorität: **09.04.2020 DE 102020002229  
09.07.2020 DE 102020118172**(54) **ROTORDÜSE**

(57) Rotordüse, insbesondere für Hochdruckreiniger, mit einem Düsengehäuse, 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, wobei das Lagerteil von durch die Einströmöffnung in die Wirbelkammer

eintretendem Fluid in Rotation versetzbar ist, wobei das Lagerteil ein Gegengewicht aufweist, das zur Kompensation einer durch die Masse des Rotors im Betrieb hervorgerufenen Fliehkraft ausgebildet ist, wobei die Masse des Gegengewichts die zur Kompensation der Fliehkraft erforderliche Masse übersteigt, sodass eine Radialkomponente eines durch einen Austritt des im Betrieb durch die Austrittsöffnung austretenden Fluids entstehenden Rückstoßes zumindest teilweise ergänzend zu der Fliehkraft kompensiert wird.

**Fig. 1****EP 3 892 383 A1**

## Beschreibung

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

**[0002]** Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung 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 das Gegengewicht zu kompensieren, das durch einen Ausgleichskörper gebildet ist.

**[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 Geräuscentwicklung führen.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, 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. 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.

**[0011]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das Lagerteil ein Gegengewicht auf, das zur Kompensation einer durch die Masse des Rotors im Betrieb hervorgerufenen Fliehkraft ausgebildet ist. Erfindungsgemäß übersteigt die Masse des Gegengewichts die zur Kompensation der Fliehkraft erforderliche Masse, so dass (beim Betrieb der Rotordüse) eine Radialkomponente eines durch einen Austritt des Fluids durch die Austrittsöffnung entstehenden Rückstoßes zumindest teilweise ergänzend zu der Fliehkraft kompensiert wird. Die Radialkomponente ist eine zur Längsachse radiale Kraftkomponente.

**[0012]** Vorschlagsgemäß ist also ein Gegengewicht vorgesehen, das die Fliehkraft des Rohrs überkompensiert. Es hat sich nämlich überraschenderweise herausgestellt, dass in Richtung der Fliehkraft auch eine nicht zu vernachlässigende Radialkomponente wirkt, die aus dem Rückstoß des aus dem Rotor bzw. der Rotordüse austretenden Fluids resultiert. Diese Radialkomponente ist in ebenfalls überraschender Weise dafür verantwortlich, dass trotz der Kompensation der Fliehkraft nicht unerhebliche Schwingungen im Betrieb von Rotordüsen entstehen. Die vorschlagsgemäße Rotordüse ist aufgrund des Zusatzgewichts dazu geeignet ist, auch Schwingungen aufgrund der bisher nicht berücksichtigten Radialkomponente zu vermeiden. Überraschenderweise ergibt dies einen erheblich verbesserten Rundlauf des Rotors, geringere Schwingungen und einen geringeren Verschleiß.

**[0013]** Das Gegengewicht bzw. dessen Masse ist vorzugsweise so dimensioniert und/oder angeordnet, dass das Gegengewicht bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse eine Gegenkraft erzeugt, die die Summe aus der durch den Rotor hervorgerufenen Fliehkraft und der durch den Rückstoß erzeugten Radialkomponente zumindest im Wesentlichen kompensiert. Hierdurch können die Schwingungen beim Betrieb der Rotordüse verhindert werden.

**[0014]** Es gilt zu berücksichtigen, dass die vorschlagsgemäße Ausgestaltung bzw. Dimensionierung auch deswegen eine nicht naheliegende Maßnahme darstellt, da in einem Drehzahlbereich des Rotors bzw. des drehbaren Lagerteils, der geringer ist als eine Nenn-Drehzahl bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse, eine gewisse Unwucht

resultiert. Ursache hierfür ist, dass die durch die Rotation des Rotors erzeugte Fliehkraft von der Drehzahl des Rotors bzw. des drehbaren Lagerteils abhängt, während die durch das Austreten des Fluids erzeugte Rückstoßkraft und damit auch die Radialkomponente der Rückstoßkraft, die in Richtung der Fliehkraft weist, nicht von der Drehzahl, sondern von dem Abgabevolumenstrom der Rotordüse abhängt. Da das Gegengewicht in dem Lagerteil angeordnet ist, entspricht

die Drehzahl des Gegengewichts immer der Drehzahl des Lagerteils bzw. der Rotordüse, so dass mit einem entsprechend dimensionierten und/oder angeordneten Gegengewicht die Fliehkraft bei beliebigen Drehzahlen kompensiert wird. Die weitere, durch den Rückstoß erzeugte Radialkomponente, die bei der vorliegenden Erfindung ebenfalls kompensiert wird bzw. werden soll, vergrößert sich jedoch mit zunehmenden Abgabevolumenstrom und entsprechend zunehmenden Rückstoß.

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Gegengewicht bzw. dessen Masse vorzugsweise so dimensioniert und/oder angeordnet, dass das Gegengewicht bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse eine Gegenkraft erzeugt, die eine Summe aus der durch den Rotor hervorgerufenen Fliehkraft und der Radialkomponente des Rückstoßes zumindest im Wesentlichen kompensiert. Auf diese Weise sind im Regel-Betriebsfall, nämlich bei Nenn-Abgabevolumenstrom bzw. Nenn-Drehzahl des Rotors bzw. Lagerteils die hervorgerufenen Schwingungen erheblich geringer, als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen, bei denen lediglich die durch den Rotor hervorgerufene Fliehkraft kompensiert wird. Da der Nenn-Abgabevolumenstrom bzw. die Nenn-Drehzahl beim Betrieb sehr schnell erreicht wird, insbesondere nach höchstens wenigen Sekunden, fallen die durch die Überkompensation der Kräfte erzeugte Unwucht beim "Hochfahren" auf die Nenn-Drehzahl nicht weiter ins Gewicht, da die Vorteile der verminderten Unwucht bzw. der verminderten Rotationen im Nenn-Betrieb überwiegen.

**[0016]** Das Gegengewicht bzw. dessen Masse ist vorzugsweise so dimensioniert und/oder angeordnet, dass bei Unterschreiten des Nenn-Abgabevolumenstroms die Summe aus Fliehkraft und Radialkomponente überkompensiert wird. Alternativ oder zusätzlich wird bei Überschreiten des Nenn-Abgabevolumenstroms die Summe aus Fliehkraft und Radialkomponente unterkompensiert.

**[0017]** Vorzugsweise ist/sind die Anordnung und/oder Masse des Gegengewichts veränderbar und/oder ist das Gegengewicht austauschbar. Hierdurch wird eine Anpassung der Rotordüse an unterschiedliche gewünschte Nenn-Drehzahlen bzw. Nenn-Abgabevolumenströme erlaubt. Insbesondere kann auf diese Weise die Produktion der Rotordüse vereinfacht und/oder kostengünstiger gestaltet werden, da Rotordüsen für verschiedene Einsatzzwecke bzw. Nenn-Betriebe grundsätzlich den gleichen Aufbau aufweisen können und eine einfache Anpassung an eine gewünschte Nenn-Drehzahl bzw. einen gewünschten Nenn-Abgabevolumenstrom erfolgen kann.

**[0018]** Vorzugsweise weist das Lagerteil eine oder mehrere Gewichtsaufnahmen auf, so dass durch Einsetzen unterschiedlicher Gewichtskörper in die Gewichtsaufnahme bzw. Gewichtsaufnahmen das Gegengewicht einstellbar bzw. variierbar ist. Die unterschiedlichen Gewichtskörper können sich beispielsweise in ihrem Volumen bzw. ihrer Größe und/oder ihrer Masse unterscheiden. Insbesondere können auch unterschiedliche Gewichtskörper vorgesehen sein, die aus Materialien unterschiedlicher Dichte bestehen, so dass die Gewichtskörper bei gleicher Größe bzw. gleichem Volumen jeweils unterschiedliche Massen aufweisen. Auf diese Weise ist eine einfache Anpassung der Rotordüse an einen gewünschten Einsatzzweck ermöglicht.

**[0019]** Gemäß einem Aspekt kann das Gegengewicht mehrere separate Gewichtskörper aufweisen oder dadurch gebildet sein. Insbesondere kann das Gegengewicht also mehrteilig ausgebildet sein bzw. aus mehreren und/oder voneinander getrennten Bauteilen bzw. Gewichtskörpern bestehen oder diese aufweisen.

**[0020]** Gemäß einem weiteren, auch unabhängig realisierbaren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das Lagerteil ein Schaufelteil mit Schaufeln auf, über die das Lagerteil in Rotation versetzbar ist. Hierdurch wird eine besonders effektive bzw. effiziente Umwandlung der kinetischen Energie des durch die Rotordüse strömenden Fluids in Rotationsenergie des Lagerteils bzw. des Rotors erreicht. Zudem hat sich gezeigt, dass auf diese Weise der Verschleiß verringert werden kann und Schwingungen der Rotordüse im Betrieb weiter reduziert werden können.

**[0021]** Besonders bevorzugt ist das Lagerteil mehrteilig, wobei das Lagerteil - insbesondere zusätzlich zu dem Schaufelteil - eine drehfest mit dem Schaufelteil gekoppelte Lagereinrichtung aufweist, die ein Lager für den Rotor aufweist oder bildet. Insbesondere ist die Lagereinrichtung also durch ein von dem Schaufelteil separates Bauteil gebildet.

**[0022]** Besonders bevorzugt sind unterschiedliche Lagereinrichtungen mit dem Schaufelteil koppelbar, wobei sich die Lagereinrichtung durch die, insbesondere radiale, Position des Lagers für den Rotor und/oder durch die, insbesondere radiale Position des Gegengewichts unterscheiden. Hierdurch werden eine einfache Anpassung der Rotordüse an unterschiedliche Einsatzzwecke und eine kostengünstige Produktion der Rotordüse ermöglicht. Insbesondere ermöglichen die unterschiedlichen Lagereinrichtungen also, die Position des Lagers, die Position des Gegengewichts und/oder die relative Position des Lagers und des Gegengewichts zueinander zu variieren. Da die Fliehkraft, die auf einen sich auf einer Kreisbahn bewegendem Körper wirkt, von dem Radius der Kreisbahn abhängt, lassen sich hierdurch die von dem Rotor erzeugte Fliehkraft und/oder die von dem Gegengewicht zur Kompensation der Rotor-Fliehkraft erzeugte Fliehkraft anpassen. Zudem ist eine einfache Anpassung des von der Rotordüse erzeugten Strahlbilds, wie insbesondere der Öffnungswinkel eines von dem Strahl überstrichenen Kegels, ermöglicht. Vorzugsweise weist die Einstromöffnung eine Auslassrichtung auf, die quer zu einer radialen Richtung verläuft bzw. mit einer radialen Richtung einen Winkel

einschließt. Der Winkel ist vorzugsweise größer als  $0^\circ$ . Insbesondere ist der Winkel ein spitzer Winkel, wobei als spitzer Winkel ein Winkel vom mehr als  $0^\circ$  und höchstens  $90^\circ$  verstanden wird. Üblicherweise werden im Stand der Technik Einströmöffnungen verwendet, die radial zu der Längsachse des Düsengehäuses verlaufen, so dass ein aus der Einströmöffnung austretendes bzw. in die Wirbelkammer eintretendes Fluid senkrecht auf das Düsengehäuse trifft. Gegenüber dieser Lösung kann durch die vorschlagsgemäße Anordnung bzw. Ausrichtung der Einströmöffnung der Verschleiß verringert, die Effizienz im Betrieb der Rotordüse verbessert und das Auftreten von unerwünschten Vibrationen verringert werden. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass durch die vorschlagsgemäße Anordnung bzw. Ausrichtung der Einströmöffnung der Winkel, in dem das in die Wirbelkammer eintretende Fluid auf das Düsengehäuse trifft, geändert, insbesondere verringert, wird, so dass eine geringere Kraft bzw. ein geringerer Fluidruck auf das Düsengehäuse wirkt.

**[0023]** Vorzugsweise weist das Lager ein druckbeaufschlagtes Lagerelement auf, durch das der Rotor zumindest im Wesentlichen spielfrei gelagert ist. Dies vermindert insbesondere den Verschleiß.

**[0024]** Gemäß einem weiteren Aspekt kann das Gegengewicht bewegbar bzw. verlagerbar sein, sodass ein Abstand des Schwerpunkts des Gegengewichts von der Längsachse in Abhängigkeit von einer Drehgeschwindigkeit des Lagerteils und/oder in Abhängigkeit von einem Abgabevolumenstrom veränderbar ist. Insbesondere ist das Gegengewicht derart bewegbar bzw. verlagerbar, dass mit zunehmender Drehgeschwindigkeit des Lagerteils und/oder mit zunehmenden Abgabevolumenstrom der Abstand des Gegengewichts bzw. dessen Schwerpunkt von der Längsachse zunimmt. Hierdurch wird insbesondere die durch das Gegengewicht erzeugte Fliehkraft vergrößert. Dies resultiert vorzugsweise in einer automatischen Anpassung der Kompensation durch das Gegengewicht, so dass die Rotordüse in einem vergrößerten Drehzahlbereich bzw. Abgabevolumenstrombereich verbesserte Schwingungseigenschaften und/oder Verschleißseigenschaften aufweist.

**[0025]** Die oben genannten Aspekte und Merkmale sowie weitere sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung ergebende Aspekte und Merkmale können unabhängig voneinander, aber auch in verschiedenen Kombinationen realisiert werden.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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.

**[0028]** Fig. 1 zeigt eine vorschlagsgemäße Rotordüse 1 für einen Hochdruckreiniger 2.

**[0029]** 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.

**[0030]** Anstatt der Lanze 3 kann auch eine Pistole oder dergleichen vorgesehen sein.

**[0031]** 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.

**[0032]** 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.

**[0033]** Fig. 2 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer vorschlagsgemäßen Rotordüse 1.

**[0034]** Die Rotordüse 1 weist vorzugsweise ein Düsengehäuse 5 auf.

**[0035]** Die Rotordüse 1 bzw. das Düsengehäuse 5 weist eine Längsachse L auf.

**[0036]** 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.

**[0037]** Das Düsengehäuse 5 und/oder die Rotordüse 1 ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen symmetrisch, insbesondere rotationssymmetrisch und/oder zylindersymmetrisch, zur Längsachse L ausgebildet.

**[0038]** 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.

**[0039]** 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.

**[0040]** In Fig. 3 ist in einer schematischen perspektivischen Ansicht, in der das Düsengehäuse als Schnitt dargestellt ist, das Innenleben der Rotordüse 1 dargestellt.

**[0041]** 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.

**[0042]** 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.

**[0043]** 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.

**[0044]** 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.

**[0045]** 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.

**[0046]** Vorzugsweise weist der Rotor 9 die Austrittsöffnung 6 auf oder mündet der Rotor 9 in der Austrittsöffnung 6.

**[0047]** 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.

**[0048]** 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, sodass ein bevorzugt zumindest im Wesentlichen fluiddichter Sitz der Rotorspitze 11 in der Lagerpfanne 10 ermöglicht ist.

**[0049]** 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.

**[0050]** Die Rotordüse 1 weist vorzugsweise 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. Vorzugsweise ist der Rotor 9 bzw. das Rotorende 14 an dem Lagerteil 12 bzw. Lager 13 gelagert.

**[0051]** 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.

**[0052]** 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.

**[0053]** 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).

**[0054]** Durch die Rotation des Fluids F in der Wirbelkammer 8 wird die Rotationsbewegung bzw. Tumbelbewegung des Rotors 9 bewirkt.

**[0055]** 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.

**[0056]** 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.

**[0057]** Das Lagerteil 12 weist vorzugsweise ein Gegengewicht 15 auf, das jedenfalls zum Ausgleich einer durch die Masse des Rotors 9 im Betrieb hervorgerufenen oder hervorrufbaren Fliehkraft 16 ausgebildet ist.

**[0058]** 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.

**[0059]** 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.

**[0060]** In Bezug auf die Längsachse L kann der Rückstoß 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.

**[0061]** Dies ist in Fig. 3 angedeutet und insbesondere in Fig. 5 dargestellt, die einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 4 zeigt.

**[0062]** 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.

**[0063]** Die Radialkomponente 18 hingegen ändert durch die Rotations- bzw. Tumbelbewegung 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.

**[0064]** 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.

**[0065]** 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.

**[0066]** 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.

**[0067]** 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.

**[0068]** 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 eine festgelegten Abgabevolumenstroms durch die Austrittsöffnung 6 ausgelegt bzw. hierzu angepasst. Dieser festgelegte Abgabevolumenstrom wird insbesondere als Nenn-Abgabevolumenstrom bezeichnet.

**[0069]** 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.

**[0070]** 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.

**[0071]** Die Nenn-Drehzahl ist vorzugsweise eine Drehzahl des Rotors 9 bei einem vorgegebenen Arbeitspunkt, einem vorgegebenen Fluiddruck 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.

**[0072]** 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.

**[0073]** 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.

**[0074]** 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.

**[0075]** 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.

**[0076]** 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. 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.

**[0077]** 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. 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.

**[0078]** 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 1500 %, vorzugsweise 1000 %, insbesondere 500 %, überkompensiert wird. Das Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse ist also vorzugsweise um mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 1500 %, vorzugsweise 1000 %, insbesondere 500 %, schwerer, als es zur Kompensation lediglich der Fliehkraft 16 wäre.

**[0079]** Das Gegengewicht 15 ist vorzugsweise zumindest im Wesentlichen radial gegenüberliegend des Lagers 13 an dem Lagerteil 12 angeordnet oder anordenbar.

**[0080]** 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.

**[0081]** 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.

**[0082]** 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. 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.

**[0083]** Die Gewichtsaufnahmen 20 können beispielsweise in unterschiedlichen radialen Abständen zur Längsachse L an dem Lagerteil 12 angeordnet sein.

**[0084]** 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.

**[0085]** 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.

**[0086]** Die Gewichtsaufnahmen 20 sind vorzugsweise durch sich axial bzw. parallel zur Längsachse L erstreckende Ausnehmungen in dem Lagerteil 12 gebildet.

**[0087]** Es kann vorgesehen sein, dass das Gegengewicht 15 - insbesondere während des Betriebs der Rotordüse 1 und/oder automatisch - bewegbar bzw. verlagerbar 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.

**[0088]** 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.

**[0089]** 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.

**[0090]** Das Schaufelteil 21 weist Schaufeln 22 auf. Über die Schaufeln 22 ist das Schaufelteil 21 bzw. Lagerteil 12 in Rotation versetzbar.

**[0091]** Die Schaufeln 22 sind insbesondere durch radial von dem Schaufelteil 21 und in Umfangsrichtung an dem Schaufelteil 21 angeordnete Elemente gebildet.

**[0092]** 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.

**[0093]** 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.

**[0094]** Die Lagereinrichtung 23 stellt insbesondere ein von dem Schaufelteil 21 separates Bauteil dar.

**[0095]** 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.

**[0096]** Die Lagereinrichtung 23 weist vorzugsweise das Lager 13 für den Rotor 9 auf oder bildet dieses.

**[0097]** 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.

**[0098]** 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.

**[0099]** 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.

**[0100]** 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°.

**[0101]** 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.

**[0102]** 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.

**[0103]** 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.

**[0104]** Wie bereits weiter oben erwähnt, weist die Einströmöffnung 7 vorzugsweise mehrere Öffnungen 7A auf oder ist hierdurch gebildet.

**[0105]** 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.

**[0106]** 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 Koppeln bzw. fluidischen, insbesondere gegenüber der Umgebung fluiddichten, Verbinden der Rotordüse 1 mit dem Hochdruckreiniger 2 oder einem Teil davon, insbesondere der Lanze 3, auf.

**[0107]** 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.

**[0108]** 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.

**[0109]** 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.

**[0110]** 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.

**[0111]** 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.

**[0112]** 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.

**[0113]** 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°.

**[0114]** 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.

**[0115]** 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.

**[0116]** 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.

**[0117]** Die Öffnungen 7A sind vorzugsweise im Umfangsrichtung versetzt an dem Einströmabschnitt 25C angeordnet.

**[0118]** 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 möglich, 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.

**[0119]** 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.

**[0120]** 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. Gemäß einem unabhängig realisierbaren Aspekt weist die Rotordüse 1 vorzugsweise, 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, insbesondere 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 vorzugsweise 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 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 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 3 bar oder mehr und/oder höchstens 10 oder 8 bar oder weniger.

**[0132]** Der Fluiddruck, der das Ventil 27 öffnet bzw. den Bypass 26 freigibt, ist vorzugsweise die Druckdifferenz zwischen der Wirbelkammer 8 und dem Einlass 25B, also die Druckdifferenz zwischen dem Druck des Fluids F in der Wirbelkammer 8 und dem Druck des Fluids F am Einlass 25B. Der Fluiddruck entspricht vorzugsweise zumindest im Wesentlichen dem Druckverlust zwischen dem Einlass 25B und der Wirbelkammer 8 bzw. dem Druckverlust über den Einströmöffnung(en) 7. Hierzu kann eine dem Einlass 25B abgewandte Seite der Kugel 27B bzw. eines sonstigen Ventilelements oder Betätigungselements des Ventils 27 mit der Wirbelkammer 8 verbunden sein.

**[0133]** Vorzugsweise weist ein Bypassabschnitt 25D des Einsatzes 25 den Bypass 26 auf oder bildet diesen. Vor-

zugsweise ist der Bypassabschnitt 25D durch ein separates Bauteil gebildet.

**[0134]** 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.

**[0135]** Der Bypass 26 weist eine Auslassrichtung 26A auf.

**[0136]** 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.

**[0137]** 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.

**[0138]** 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.

**[0139]** 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  $0^\circ$ . Der zwischen der Auslassrichtung 26A des Bypasses 26 und der Ebene E eingeschlossene Winkel ist in Fig. 4 schematisch angedeutet.

**[0140]** 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.

**[0141]** 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.

**[0142]** Eine Erhöhung der Drehzahl über den Grenzwert kann insbesondere auftreten, wenn der Volumenstrom 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.

**[0143]** 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.

**[0144]** 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.

**[0145]** 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.

**[0146]** 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.

**[0147]** 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 beispielsweise 3 bar zu öffnen bzw. den jeweiligen Bypass 26 freizugeben und fünf der Ventile 27 dazu ausgebildet sind, bei einem höheren Druck von beispielsweise 10 bar den jeweiligen Bypass 26 zu öffnen.

**[0148]** 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.

**[0149]** 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.

**[0150]** 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.

**[0151]** 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 eine dem Rotorende 14 zugewandte Richtung.

**[0152]** 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.

**[0153]** Insbesondere ist der Kanal 28 gewunden bzw. weist der Kanal 28 eine Wendung bzw. Kehre auf.

**[0154]** Vorzugsweise weist der erste Abschnitt 28A den Einlass 9A auf und/oder weist der zweite Abschnitt 28B den Auslass 9B auf.

**[0155]** Der erste Abschnitt 28A und der zweite Abschnitt 28B verlaufen vorzugsweise zumindest im Wesentlichen parallel zu einer Längsachse des Rotors 9.

**[0156]** Der Einlass 9A ist vorzugsweise auf einer der Austrittsöffnung 6 bzw. der Rotorspitze 11 zugewandten Seite des ersten Abschnitts 28A angeordnet.

**[0157]** 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.

**[0158]** 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.

**[0159]** Besonders bevorzugt ist der erste Abschnitt 28A durch ein Koaxialrohr gebildet und/oder ist der zweite Abschnitt 28B durch ein Zentralrohr gebildet. Das Zentralrohr und/oder das Koaxialrohr ist/sind vorzugsweise koaxial zur Längsachse des Rotors 9 angeordnet.

**[0160]** Besonders bevorzugt ist das Koaxialrohr glockenförmig um das Zentralrohr angeordnet.

**[0161]** 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.

**[0162]** 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.

**[0163]** 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.

**[0164]** 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.

**[0165]** Vorzugsweise weist der Rotor 9 einen Düseneinsatz 32 auf, der die Düse 31 aufweist oder bildet. Der Düseneinsatz 32 ist vorzugsweise ein separates Bauteil. Insbesondere ist der Düseneinsatz 32 in das Zentralrohr eingesetzt bzw. fluidisch mit dem Zentralrohr verbunden.

**[0166]** 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.

**[0167]** 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.

**[0168]** Der Bypass 26 ist vorzugsweise ein Abzweig. Der Bypass 26 zweigt vorzugsweise zwischen dem Einlass und der Einstromöffnung 7A ab. Der Bypass 26 bildet also mit anderen Worten einen Abzweig eines in die Einstromöffnung 7 bzw. die Öffnungen 7A mündenden Trakts bzw. einer sich zwischen dem Einlass 25B und der Einstromöffnung 7 bzw. den Öffnungen 7A erstreckenden, das Fluid F leitenden Struktur.

**[0169]** Bei dem Bypass 26 handelt es sich also insbesondere 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.

**[0170]** Einzelne Aspekte und Merkmale der vorliegenden Erfindung können unabhängig voneinander, aber auch in verschiedenen Kombinationen realisierbar sein. Weitere Aspekte der vorliegenden Erfindung, die insbesondere in Kombination mit den voranstehend erläuterten und/oder in den Ansprüchen wiedergegebenen Aspekten kombinierbar sind, sind insbesondere:

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,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass 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.

2. Rotordüse nach Aspekt 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bypass 26 eine Auslassrichtung 26A aufweist, die von einer Auslassrichtung 7B der Einströmöffnung 7 abweicht.

3. Rotordüse nach Aspekt 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.

4. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, 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.

5. Rotordüse, insbesondere für Hochdruckreiniger 2, vorzugsweise nach einem der voranstehenden Aspekte, 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, wobei der Rotor 9 einen Kanal 28 zur Führung des Fluids F von einem zur Wirbelkammer 8 offenen Einlass 9A des Rotors 9 zu der Austrittsöffnung 6 aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass der Kanal 28 einen ersten und einen zweiten Abschnitt 28A, 28B aufweist, wobei die Strömungsrichtung des Fluids F in dem ersten Abschnitt 28A zumindest im Wesentlichen entgegengesetzt zu der Strömungsrichtung des Fluids F in dem zweiten Abschnitt 28B ist.

6. Rotordüse nach Aspekt 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt 28A den Einlass 9A aufweist, wobei der Einlass 9A auf einer der Austrittsöffnung 6 zugewandten Seite des ersten Abschnitts 28A angeordnet ist.

7. Rotordüse nach Aspekt 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt 28A weiter außen an dem Rotor 9 angeordnet ist als der zweite Abschnitt 28B.

8. Rotordüse nach einem der Aspekte 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Abschnitt 28B durch ein Zentralrohr gebildet ist und der erste Abschnitt 28A durch ein Koaxialrohr gebildet ist, das den zweiten Abschnitt 28B bzw. das Zentralrohr umgibt.

9. Rotordüse nach Aspekt 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralrohr an einem ersten Ende 29 in die Austrittsöffnung 6 mündet und an einem zweiten Ende 30 in das Koaxialrohr mündet und das Koaxialrohr glockenförmig um das Zentralrohr angeordnet ist.

10. Rotordüse nach einem der Aspekte 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt 28A und/oder der zweite Abschnitt 28B mehrere voneinander getrennte, parallel zueinander verlaufende Strömungsführungen 33 aufweist/aufweisen.

11. Rotordüse (1), insbesondere für Hochdruckreiniger (2), mit einem Düsengehäuse (5), das zwischen einer Ein-

strömöffnung (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

**dadurch gekennzeichnet,**

dass das Lagerteil (12) ein Gegengewicht (15) aufweist, das zur Kompensation einer durch die Masse des Rotors (9) im Betrieb hervorgerufenen Fliehkraft (16) ausgebildet ist, wobei die Masse des Gegengewichts (15) die zur Kompensation der Fliehkraft (16) erforderliche Masse übersteigt, sodass im Betrieb eine Radialkomponente (18) eines durch einen Austritt des Fluids (F) durch die Austrittsöffnung (6) entstehenden Rückstoßes (17) zumindest teilweise ergänzend zu der Fliehkraft (16) kompensiert wird; und/oder

dass das Lagerteil (12) ein Schaufelteil (21) mit Schaufeln (22) aufweist, über die das Lagerteil (12) in Rotation versetzbar ist.

12. Rotordüse nach Aspekt 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegengewicht (15) bzw. dessen Masse so dimensioniert und/oder angeordnet ist, dass das Gegengewicht (15) bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse (1) eine Gegenkraft (19) erzeugt, die eine Summe aus der durch den Rotor (9) hervorgerufenen Fliehkraft (16) und der Radialkomponente (18) zumindest im Wesentlichen kompensiert.

13. Rotordüse nach Aspekt 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegengewicht (15) bzw. dessen Masse so dimensioniert und/oder angeordnet ist, dass bei 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.

14. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung und/oder Masse des Gegengewichts (15) veränderbar ist/sind und/oder dass das Gegengewicht (15) austauschbar ist.

15. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerteil (12) eine oder mehrere Gewichtsaufnahmen (20) aufweist, sodass durch Einsetzen unterschiedlicher Gewichtskörper in die Gewichtsaufnahme/-n (20) das Gegengewicht (15) einstellbar ist.

16. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegengewicht (15) mehrere separate Gewichtskörper aufweist.

17. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerteil (12) mehrteilig ist, wobei das Lagerteil (12) eine drehfest mit dem Schaufelteil (21) gekoppelte Lagereinrichtung (23) aufweist, die ein Lager (13) für den Rotor (9) aufweist oder bildet.

18. Rotordüse nach Aspekt 17, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Schaufelteil (21) unterschiedliche Lagereinrichtungen (23) koppelbar sind, die sich durch die, insbesondere radiale, Position des Lagers (13) für den Rotor (9) und/oder des Gegengewichts (15) unterscheiden.

19. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Einstromöffnung (7) eine Auslassrichtung aufweist, die quer zu einer radialen Richtung verläuft.

20. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (13) ein druckbeaufschlagtes Lagerelement (24) aufweist, durch das der Rotor (9) zumindest im Wesentlichen spielfrei gelagert ist.

21. Rotordüse nach einem der voranstehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegengewicht (15) bewegbar bzw. verlagerbar ist, sodass ein Abstand des Gegengewichts (15) bzw. seines Schwerpunkts von der Längsachse (L) in Abhängigkeit von einer Drehgeschwindigkeit des Lagerteils (12) und/oder einem Abgabevolumenstrom veränderbar ist, insbesondere mit zunehmender Drehgeschwindigkeit des Lagerteils (12) und/oder mit zunehmendem Abgabevolumenstrom zunimmt.

#### Bezugszeichenliste:

[0171]

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

## Patentansprüche

- 35
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, **dadurch gekennzeichnet,**
- 40
- dass** das Lagerteil (12) ein Gegengewicht (15) aufweist, das zur Kompensation einer durch die Masse des Rotors (9) im Betrieb hervorgerufenen Fliehkraft (16) ausgebildet ist, wobei die Masse des Gegengewichts (15) die zur Kompensation der Fliehkraft (16) erforderliche Masse übersteigt, sodass im Betrieb eine Radialkomponente (18) eines durch einen Austritt des Fluids (F) durch die Austrittsöffnung (6) entstehenden Rückstoßes (17) zumindest teilweise ergänzend zu der Fliehkraft (16) kompensiert wird.
- 45
2. Rotordüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegengewicht (15) bzw. dessen Masse so dimensioniert und/oder angeordnet ist, dass das Gegengewicht (15) bei einem Nenn-Abgabevolumenstrom der Rotordüse (1) eine Gegenkraft (19) erzeugt, die eine Summe aus der durch den Rotor (9) hervorgerufenen Fliehkraft (16) und der Radialkomponente (18) zumindest im Wesentlichen kompensiert.
- 50
3. Rotordüse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegengewicht (15) bzw. dessen Masse so dimensioniert und/oder angeordnet ist, dass bei 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.
- 55

4. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anordnung und/oder Masse des Gegengewichts (15) veränderbar ist/sind und/oder dass das Gegengewicht (15) austauschbar ist.
- 5 5. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerteil (12) eine oder mehrere Gewichtsaufnahmen (20) aufweist, sodass durch Einsetzen unterschiedlicher Gewichtskörper in die Gewichtsaufnahme/-n (20) das Gegengewicht (15) einstellbar ist.
6. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegengewicht (15) mehrere separate Gewichtskörper aufweist.
- 10 7. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerteil (12) ein Schaufelteil (21) mit Schaufeln (22) aufweist, über die das Lagerteil (12) in Rotation versetzbar ist.
- 15 8. Rotordüse nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lagerteil (12) mehrteilig ist, wobei das Lagerteil (12) eine drehfest mit dem Schaufelteil (21) gekoppelte Lagereinrichtung (23) aufweist, die ein Lager (13) für den Rotor (9) aufweist oder bildet.
- 20 9. Rotordüse nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Schaufelteil (21) unterschiedliche Lagereinrichtungen (23) koppelbar sind, die sich durch die, insbesondere radiale, Position des Lagers (13) für den Rotor (9) und/oder des Gegengewichts (15) unterscheiden.
- 25 10. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einstromöffnung (7) eine Auslassrichtung aufweist, die quer zu einer radialen Richtung verläuft.
- 30 11. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lager (13) ein druckbeaufschlagtes Lagerelement (24) aufweist, durch das der Rotor (9) zumindest im Wesentlichen spielfrei gelagert ist.
- 35 12. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegengewicht (15) bewegbar bzw. verlagerbar ist, sodass ein Abstand des Gegengewichts (15) bzw. seines Schwerpunkts von der Längsachse (L) in Abhängigkeit von einer Drehgeschwindigkeit des Lagerteils (12) und/oder einem Abgabevolumenstrom veränderbar ist, insbesondere mit zunehmender Drehgeschwindigkeit des Lagerteils (12) und/oder mit zunehmendem Abgabevolumenstrom zunimmt.
- 40 13. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Gegengewicht 15 bzw. dessen Masse ist also vorzugsweise um mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 1500 %, vorzugsweise 1000 %, insbesondere 500 %, schwerer, als es zur Kompensation lediglich der Fliehkraft 16 wäre.
- 45 14. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gegengewicht (15) bzw. dessen Masse vorzugsweise so dimensioniert ist, dass die Radialkomponente (18) zu mindestens 5 %, vorzugsweise 10 %, insbesondere 15 %, und/oder weniger als 190 %, vorzugsweise 180 %, insbesondere 170 %, kompensiert wird.
- 50 15. Rotordüse nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotordüse (1) dazu ausgebildet ist, dass das Fluid (F) durch die Austrittsöffnung (6) des geneigten Rotors (9) als Strahl in Richtung der Ausrichtung des Rotors (9) austritt und sich aufgrund der Bewegung des Rotors (9) im Betrieb der Rotordüse (1) die Ausrichtung des Rotors (9) und damit die Strahlrichtung kontinuierlich umlaufend ändert.
- 55



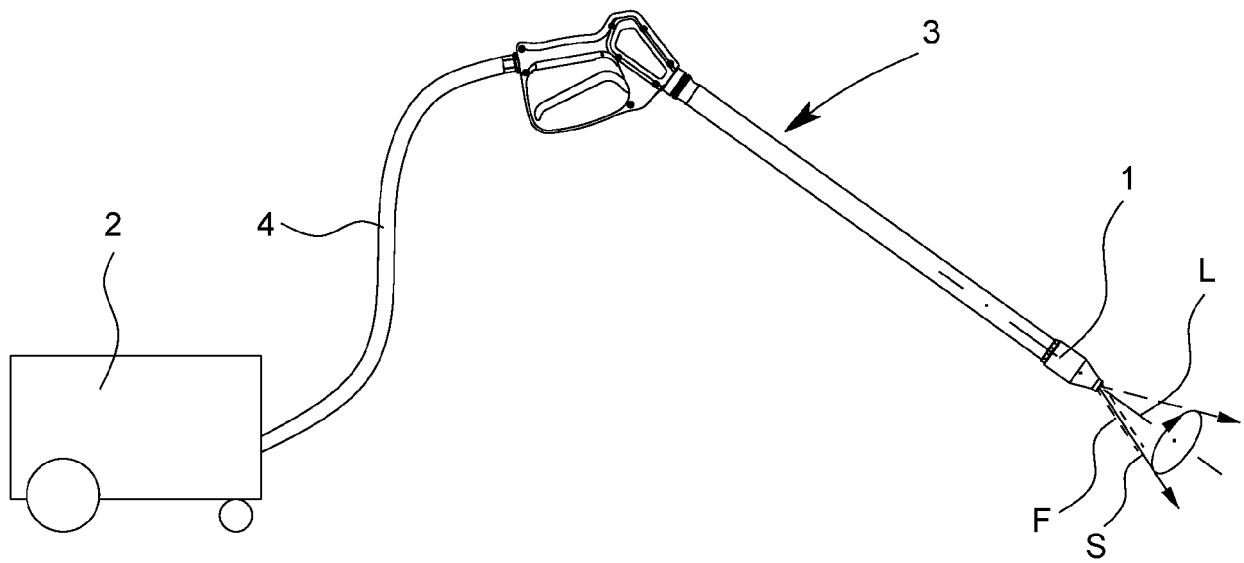


Fig. 1

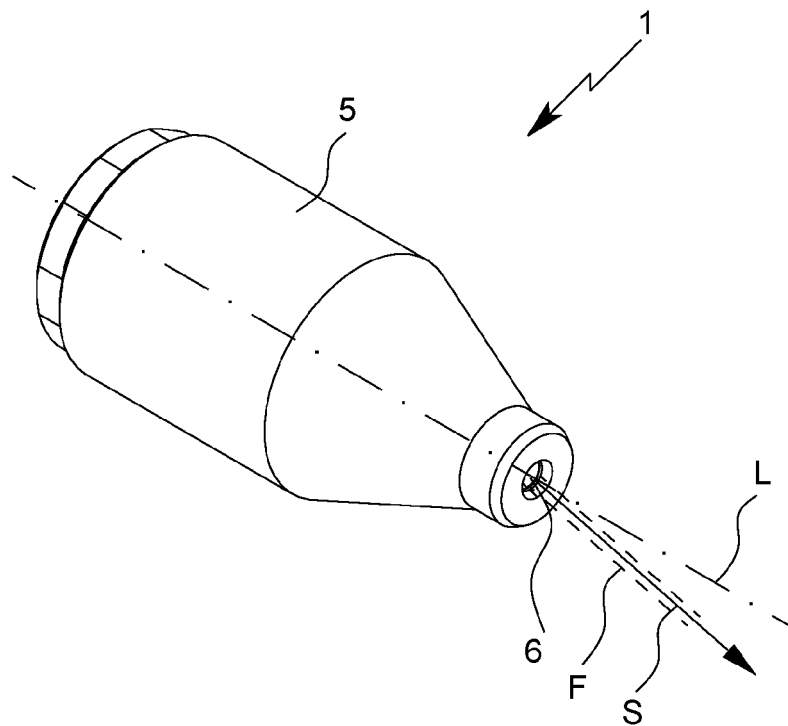


Fig. 2

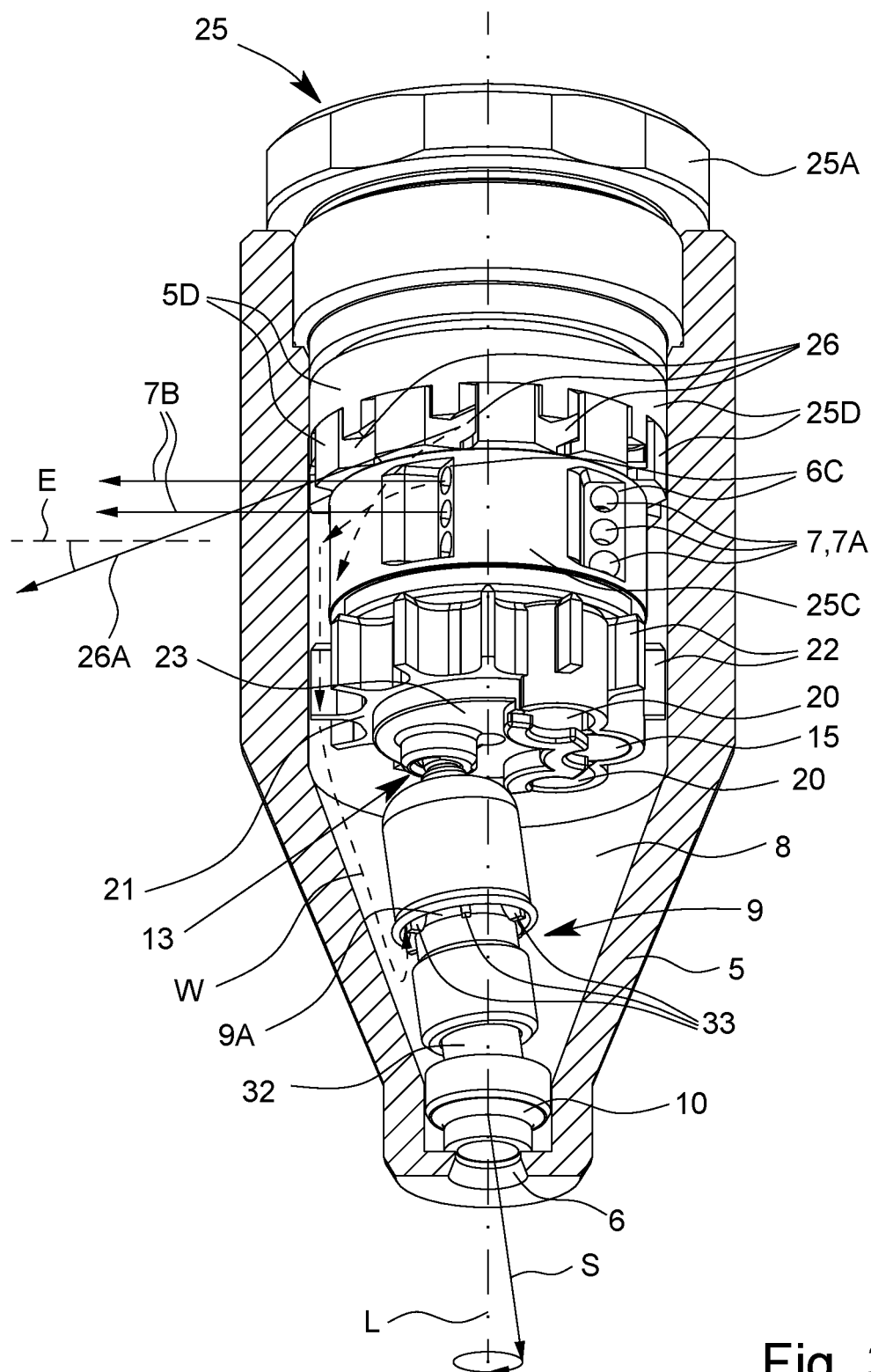


Fig. 3

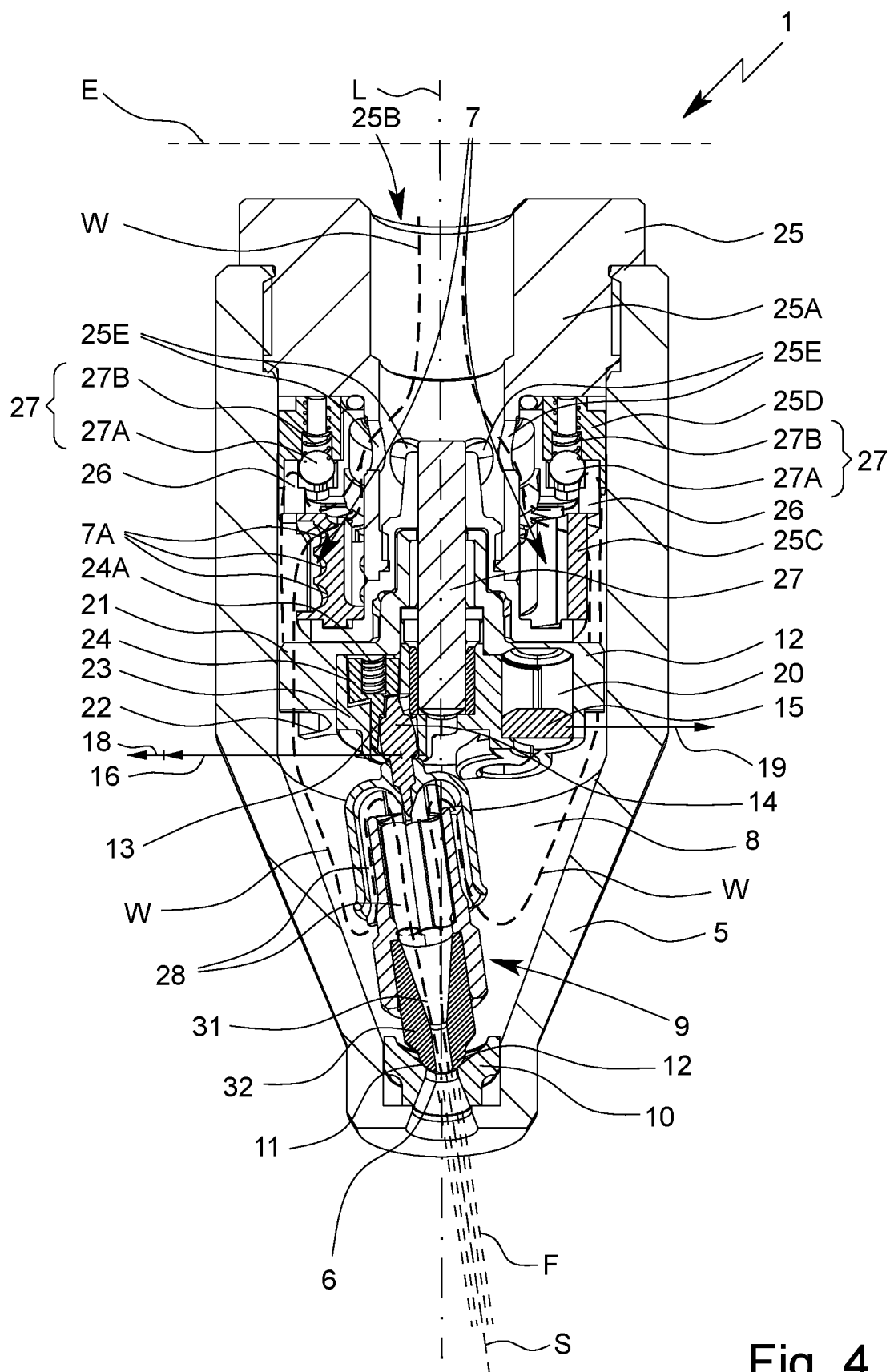
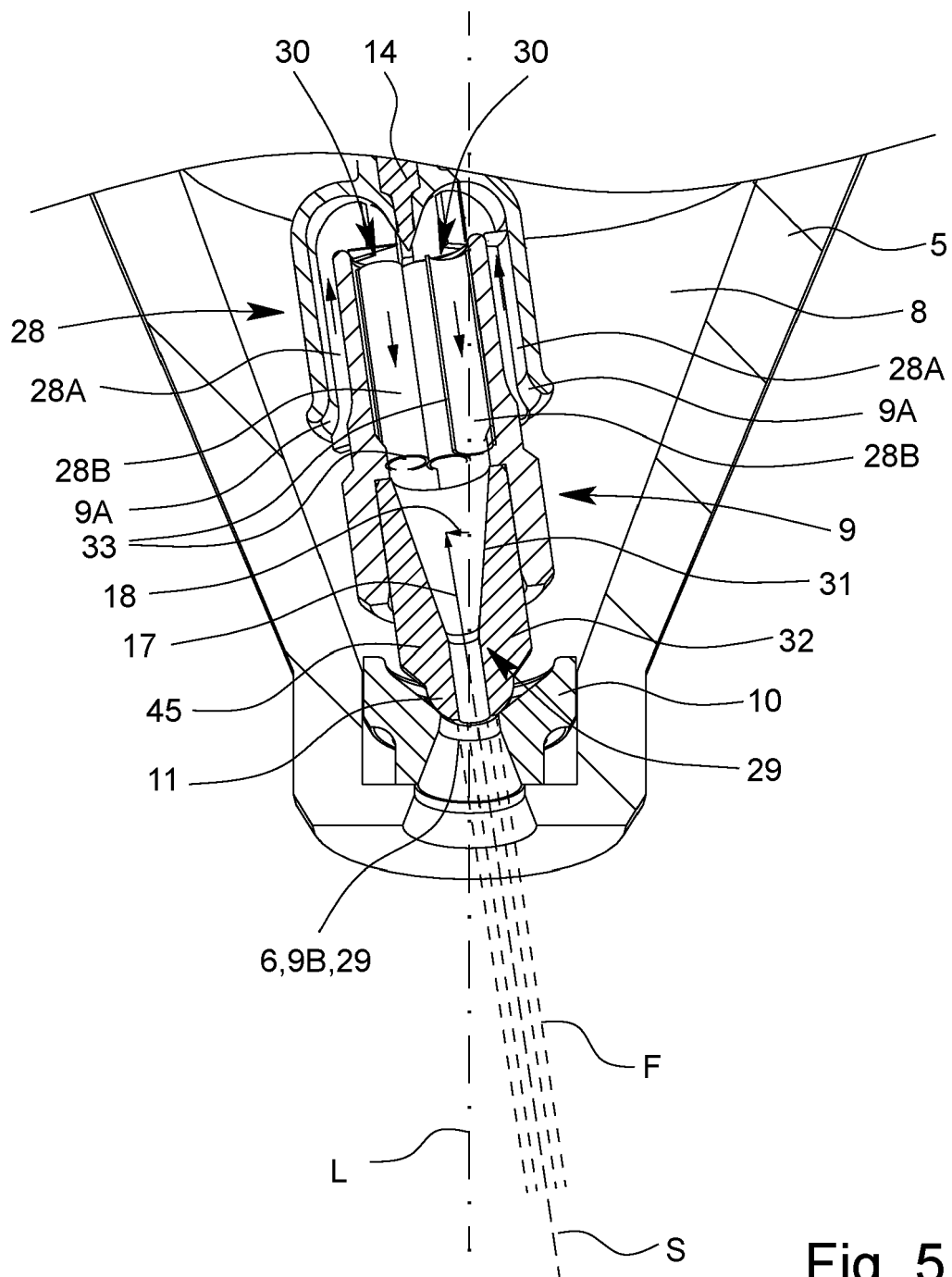


Fig. 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 21 16 6575

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 072 317 A2 (SUTTNER WOLFGANG [DE]) 31. Januar 2001 (2001-01-31) * Absatz [0022]; Abbildungen 1-3 *	1-15	INV. B05B3/04 B05B1/34 B08B3/02 B05B15/18
A,P	EP 3 646 953 A1 (PA SPA) 6. Mai 2020 (2020-05-06) * das ganze Dokument *	1-15	
A	US 4 802 628 A (DAUTEL HEINZ [DE] ET AL) 7. Februar 1989 (1989-02-07) * das ganze Dokument *	1,12	
A	DE 10 2005 028886 A1 (JAEGER ANTON [DE]) 4. Januar 2007 (2007-01-04) * Absätze [0048], [0053], [0060], [0061], [0064]; Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. August 2021</b>	Prüfer <b>Bork, Andrea</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 16 6575

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-08-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1072317 A2	31-01-2001	DE 10037033 A1 EP 1072317 A2	31-05-2001 31-01-2001
EP 3646953 A1	06-05-2020	AU 2019374388 A1 CA 3118390 A1 CN 113164990 A EP 3646953 A1 WO 2020094584 A1	20-05-2021 14-05-2020 23-07-2021 06-05-2020 14-05-2020
US 4802628 A	07-02-1989	AT 71564 T DE 3623368 C1 DK 358487 A EP 0252261 A2 ES 2029672 T3 GR 3004015 T3 JP H0442068 B2 JP S6320055 A US 4802628 A	15-02-1992 17-09-1987 12-01-1988 13-01-1988 01-09-1992 31-03-1993 10-07-1992 27-01-1988 07-02-1989
DE 102005028886 A1	04-01-2007	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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]