



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Düse, die insbesondere zur Reinigung der Innenwände von Behältern, Tanks und dgl. verwendet werden kann. Insbesondere handelt es sich um eine Düse, die im Betrieb rotiert (umläuft) und bei der das durchströmende Fluid zum Antrieb dient.

**[0002]** Reinigungsdüsen sollen einerseits bereits bei kleinen Betriebsdrücken, bspw. ab ca. 0,5 bar laufen. Andererseits sollen die Düsen bei Anwendung höherer Betriebsdrücke, z.B. über 20 bar, eine nicht zu große Drehzahl haben. Eine zu große Drehzahl der Düse beeinträchtigt die Reinigungswirkung.

**[0003]** Aus der BE-A 720 408 ist eine im Betrieb rotierende Düse mit einem Fluidantrieb bekannt. Die Düse weist ein zylindrisches Gehäuse auf, in dem eine Hohlwelle durch Kugellager drehbar gelagert ist. Ein erstes, oberes Ende der Hohlwelle ist bei einem axialen Anschluss angeordnet, der zur Zuführung einer Flüssigkeit dient. An dem unteren Ende der Welle ist ein Düsenkopf vorgesehen, der mit der Welle rotiert. In dem Düsenkopf ist ein mit der Welle kommunizierendes Verteilerrohr vorgesehen, das zu beiden Seiten der Welle, quer zu dieser angeordnet ist und an seinen Enden jeweils quer abzweigende Mundstücke trägt. Das drehbar gelagerte Verteilerrohr trägt ein Zahnrad, das an einem gehäusefesten Zahnrad abrollt. Dadurch werden die Mundstücke zusätzlich zur Drehung um die vertikale Achse auch um die horizontale Verteilerrohrachse gedreht.

**[0004]** Als Antrieb dient eine Turbine, die mit der Hohlwelle drehfest verbunden ist. Die Turbine weist einen Läufer mit mehreren schräggestellten Schaufeln auf. Der Läufer ist in einem Gehäuse angeordnet, das fünf stirnseitige schräge Bohrungen als Fluideinlass aufweist. Dieser leitet das Fluid derart in den Raum zwischen der Turbine und dem Gehäuse ein, dass die rotierende Turbine auch bei wachsendem Betriebsdruck in sich abgebremst wird und die Drehzahl nicht über alle Grenzen steigt.

**[0005]** Die Düse weist einen mechanischen Aufbau, insbesondere durch die gesonderte Turbine. Ist das Fluid nicht ganz rein oder enthält es aus anderen Gründen Partikel, können sich diese zwischen der Turbine und dem Gehäuse ablagern und die Funktion der Düse beeinträchtigen. Der zu Antriebszwecken abgezweigte, nicht unwesentliche Teil der Flüssigkeit wird außerdem über den Boden des Gehäuses entleert und nicht zu den Mundstücken geleitet.

**[0006]** Aus der EP 0 645 191 B1 ist eine weitere rotierende Düse bekannt, die eine in einem Gehäuse drehbar gelagerte Hohlwelle mit einer drehfest mit dieser verbundenen Turbine aufweist. Die Lagerung der Welle erfolgt durch eine Radiallagerfläche an einer Lagerbohrung und einer Axiallagerfläche. Die Turbine wird von einem Injektor in Rotation versetzt bzw. gehalten. Die Axiallagerfläche wirkt als eine von dem Flüssigkeitsdruck gesteuerte Reibungsbremse. Sie wirkt der von

dem Fluid erzeugten Antriebskraft entgegen, mit der die Turbine beaufschlagt wird. Dadurch kann über einen weiten Druckbereich eine zu große Düsendrehzahl verhindert werden.

**[0007]** Die Düse hat sich in der Praxis bewährt. Allerdings kann es an der Reibungsbremse mit zunehmendem Fluiddruck zu erhöhter Reibung und somit zu Verschleiß kommen. Eine Langzeitverschleißfestigkeit kann durch die Wahl eines geeigneten Material, im vorliegenden Fall von PTFE, erhalten werden. Der Aufbau der Düse ist etwas aufwendig.

**[0008]** Davon ausgehend ist die Aufgabe der Erfindung, eine Düse mit hoher Reinigungseffizienz und einem über weiten Druckbereich stabilen Drehverhalten zu schaffen, die einen einfachen, kostengünstigen Aufbau aufweist. Die Düse sollte gegen Verschmutzungen möglichst resistent und verschleißfest ausgebildet sein.

**[0009]** Diese Aufgabe wird mit einer Düse mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und/oder des Anspruchs 2 gelöst.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Düse weist wenigstens einen Fluidantrieb, der ein Antriebsdrehmoment erzeugt und mit dem Düsenkörper verbunden ist, und wenigstens eine Bremseinrichtung auf, die ebenfalls als Fluidantrieb ausgebildet ist und die ein dem Antriebsdrehmoment entgegengesetztes Drehmoment liefert. Die Drehzahl der Düse wird dadurch stabilisiert, d.h. es wird verhindert, dass die Drehzahl der Düse bei Druckerhöhung übermäßig zunimmt. Vielmehr startet die Düse bei niedrigen Betriebsdrücken schon mit einer relativ hohen Drehzahl. Mit zunehmendem Druck nimmt die Drehzahl zunächst bis zu einem Minimalwert ab, von dem ausgehend sie dann mit weiter zunehmenden Druck langsam wieder ansteigt. Es sind somit niedrige Drehzahlen auch bei hohen Drücken möglich. Dadurch kann ein kräftiger Strahl mit großen Tropfen und großer Wurfweite erzeugt werden, der geeignet ist, eine Behälterwand gründlich zu reinigen. Als Fluid kommt Schaum, Dampf, Dampf-Wasser-Gemisch, Wasser, Säure, Lauge oder evtl. ein partikelhaltiges Fluid in Betracht.

**[0011]** Zur Drehzahlstabilisierung wird eine Bremswirkung genutzt. Diese wird durch ein entgegengesetztes Drehmoment erzielt, die von gesonderten Fluidantrieben herrühren. Dies ergibt eine vom Verschleißzustand der Lager unabhängige Bremswirkung. Die Düse ist somit wenig verschleißanfällig. Durch die funktionelle Trennung des Fluidantriebs von der Bremseinrichtung wird zudem eine Entkopplung beider Antriebseinrichtungen sichergestellt. Die Antriebs- und die Bremswirkung sind unabhängig voneinander einstellbar und an die Bedürfnisse, bspw. an das gewünschte Drehzahlverhalten oder die Größe der Düse anzupassen.

**[0012]** Eine gegen Verschmutzungen weitgehend resistente und verschleißfeste Düse wird nach Anspruch 2 erhalten, wonach ein Fluidantrieb vorgesehen ist, dessen Rotor durch das Gehäuse des Düsenkörpers selbst gebildet wird. Hierzu wird der eintretende Fluidstrom in

Umfangsrichtung beschleunigt. Sein Drall bewirkt die Mitnahme des Düsenkörpers z.B. durch Reibung. Es ist keine drehende Welle, keine Turbine und auch kein Getriebe oder sonstiges Kraftübertragungsmittel erforderlich, was den Aufbau besonders einfach macht. Es rotiert nur der Düsenkörper, sonst sind keine bewegten Teile enthalten. Das Antriebsdrehmoment wird direkt an dem Gehäuse erzeugt. Das Gehäuse ist praktisch leer (ohne Einbauten). Durch entsprechende Ausbildung der Gehäuseinnenwand und der Düsenabmessungen kann ein geeignetes Drehzahlverhalten der Düse für den interessierenden Arbeitsdruckbereich und die Anwendung sichergestellt werden.

**[0013]** Der erfindungsgemäße Aufbau, bei dem alle Spalte, Freiräume und Lagerstellen von dem Fluid durchströmt werden, bewirken eine Selbstreinigung der Düse. Sie ist deshalb im Lebensmittel- und Pharmabereich und auch sonst anwendbar, wo es auf besondere Sauberkeit ankommt.

**[0014]** Besonders vorteilhaft ist eine Düse mit der Kombination der Merkmale von Anspruch 1 und Anspruch 2. Es ergibt sich die Summe der Vorteile.

**[0015]** Die Düse kann aus Metall, einer Metalllegierung, Kunststoff, Keramik o.a. gefertigt sein und dadurch an gewünschte Einsatzfälle angepasst werden.

**[0016]** Das Gehäuse ist innen wie außen vorzugsweise rotationssymmetrisch (z.B. zylindrisch) ausgebildet. Der Innenraum kann frei von Einbauten sein, die die Strömung stören, wie Turbinenschaufeln oder dergl. Dadurch werden Beeinträchtigungen des Spritzverhaltens vermieden.

**[0017]** Eine geeignete Ausbildung des Düsenmundes ermöglicht es, einen Strahl zu erzeugen, der sowohl in Radial- als auch in Axialrichtung insgesamt fächerförmig (Flachstrahl) austritt. Es können auch mehrere Düsenmunde vorgesehen werden, die kreissegment- oder fächerartige Fluidstrahlen liefern. Der Strahlwinkel, der erhalten wird, wenn die einzelnen Strahlsegmente in eine die Drehachse enthaltende Ebene projiziert werden, umfasst vorzugsweise 180°, um eine Behälterinnenwand vollständig zu erreichen. Je nach Anwendung können aber auch Gesamtstrahlwinkel von weniger als 180° gebildet werden.

**[0018]** Eine gezielte Gestaltung und Anordnung der Düsenmunde ermöglicht es, die auf den Düsenkörper wirkende Axialkraft bspw. durch Rückstoßeffekte zu kontrollieren, zu kompensieren oder sogar vollständig aufzuheben. Dadurch können Reibkräfte und -momente an Axialflächen minimiert werden.

**[0019]** Zum Antrieb kann eine Drallerzeugungseinrichtung gehören, die den Eingang in das Gehäuse bildet. Der Drall des Fluids treibt den Düsenkörper dann in der Drehrichtung an.

**[0020]** Bei einer geeigneten Ausgestaltung ist die Drallerzeugungseinrichtung Teil eines zur Lagerung des Düsenkörpers vorgesehenen Gleitlagerelements, in dem der Fluideinlass der Düse vorgesehen ist. Die Drallerzeugungseinrichtung weist eine oder mehrere,

vorzugsweise drei Eintrittsöffnungen auf, die den Fluideinlass mit dem Innenraum des Düsenkörpers strömungsmäßig verbinden und sich in Radialrichtung und schräg zur Axialrichtung öffnen. Vorzugsweise sitzt auf der Drallerzeugungseinrichtung mit geringem Spiel ein Abschnitt des Gehäuses, das die sich radial öffnenden Abschnitte der Einströmöffnungen abdeckt. Zwischen der Drallerzeugungseinrichtung und dem Gehäuse ist vorzugsweise ein nur geringer, vorzugsweise ringförmiger und absatzloser Spalt von etwa 0,01 mm bis 0,2 mm festgelegt, so dass die Lagerung des Düsenkörpers durch ein Fluidpolster des einströmenden Fluids bewirkt wird. Diese Art Gleitlager hat sich als besonders robust erwiesen. Vorteilhafterweise können Kugellager enthalten.

**[0021]** Erforderlichenfalls können in dem Gehäuse Mittel zur Mitnahme des Gehäuses durch das Fluid, bspw. Rillen oder dgl., vorgesehen sein. Die Antriebswirkung kann dadurch gestärkt werden.

**[0022]** Die zur Hemmung des Düsenkörpers eingerichtete Bremseinrichtung wird vorzugsweise durch den Ausgang des Innenraums des Düsenkörpers, d.h. einen oder mehrere Düsenmunde gebildet. Bremsende Düsenöffnungen weisen eine Düsenachse auf, die die Drehachse des Gehäuses nicht schneidet. Der austretende Fluidstrahl bewirkt einen Rückstoß, der ein Drehmoment erzeugt und den Drehkörper bremst. Es wird so ein stabiles Drehverhalten unabhängig vom Betriebsdruck sicherstellt.

**[0023]** Der betreffende Düsenmund ist vorzugsweise in Axialrichtung etwas länglich gestaltet und gegen die ihn schneidende Radiale geneigt. Die Bremswirkung durch den Düsenmund ist vorzugsweise geringer als die Antriebswirkung der Antriebseinrichtung. Bedarfsweise kann der Antrieb jedoch auch durch den Rückstoß des Düsenmundes oder mehrerer Düsenmunde und die Bremswirkung durch die Drallerzeugungseinrichtung bewirkt werden.

**[0024]** In Abhängigkeit von der Größe der Düse, dem gewünschten Drehzahl- und Betriebsdruckbereich sowie dem Strahlverhalten können mehrere solcher Durchgangsöffnungen, die als vom Fluidruck abhängige Bremseinrichtungen arbeiten, vorgesehen werden.

**[0025]** Der Düsenkörper ist auf einem Lagerelement drehbar gelagert, an dessen einem Ende sich der Fluideinlass befindet und der an seinem anderen Ende eine starre Achse trägt, um die der Düsenkörper rotiert. Zwischen der Achse und dem diese umgebenden Gehäuse des Düsenkörpers ist der freie Strömungskanal ausgebildet, der im Wesentlichen keine Hindernisse enthält. Ein Sicherungselement ist an dem freien Ende der Achse befestigt und kann zu Reinigungszwecken gelöst werden.

**[0026]** Axiallagerflächen an dem Lagerelement und dem Sicherungselement bilden mit den zugehörigen Flächen an dem Düsenkörper ein Gleitlager. Es ist keine gesonderte Dichtung vorgesehen. Im Betrieb tritt an den Gleitlagerflächen eine Leckage auf, die eine Flüssig-

keitsschmierung ergibt und Reibung sowie Verschleiß mindert.

**[0027]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist Gegenstand der Beschreibung. Es zeigen:

- Fig. 1 die erfindungsgemäße Düse in einer perspektivischen Explosionsdarstellung,
- Fig. 2 die Düse nach Fig. 1, in teilweise längs geschnittener Darstellung,
- Fig. 3 die Düse nach Fig. 1 und 2 in einer Querschnittsdarstellung, geschnitten entlang der Linie A-A, gesehen in der Richtung der Pfeile,
- Fig. 4 die Düse nach Fig. 1 und 2 in einer Querschnittsdarstellung, geschnitten entlang der Linie B-B, gesehen in der Richtung der Pfeile,
- Fig. 5 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Durchflussmenge  $\dot{v}$  vom Betriebsdruck  $p$  und
- Fig. 6 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Drehzahl  $n$  vom Betriebsdruck  $p$  und
- Fig. 7a,b eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse, in teilweise längs geschnittener Darstellung bzw. in Draufsicht.

**[0028]** In den Fig. 1 und 2 ist eine erfindungsgemäße Düse 1 veranschaulicht, die zur Erzeugung eines fächerförmigen, radial nach außen gerichteten Strahls dient. Die Düse 1 weist einen Düsenkörper 2 auf, der gemäß Fig. 2 zwischen einem Lagerelement 3 und einem Sicherungselement 4 angeordnet und an diesen drehbar gelagert ist.

**[0029]** Der Düsenkörper weist ein zylindrisches, bezüglich einer Drehachse 5 im wesentlichen rotations-symmetrisches Gehäuse 6 auf, das einen zylindrischen Innenraum 7 begrenzt. An einem von dem Sicherungselement 4 abgewandten Ende ist das Gehäuse 6 als rohrförmiger Hals 8 mit einer zylindrischen Innenumfangsfläche 9 ausgebildet. Eine radial nach innen vorspringende Schulter 10 teilt die zylindrische Innenumfangsfläche 9 in einen ersten zylindrischen Abschnitt 9a sowie einen zweiten Abschnitt 9b auf, der das freie Ende des Halses 8 bildet und gegenüber dem Abschnitt 9a etwas größeren Innendurchmesser aufweist.

**[0030]** Der Hals 8 geht in einen Abschnitt 11 des Gehäuses über, der im Verhältnis zu dem Hals 8 einen größeren Innen- und Außendurchmesser hat, so dass sich der Innenraum 7 dort unter Ausbildung einer zylindrischen Kammer 12 erweitert. An den Abschnitt 11

schließt sich ein ringförmiger Fortsatz 13 mit einer zylindrischen Innenfläche 14 und einer ringförmigen Stirnfläche 15 an, der das stromaufwärtige, dem Sicherungselement 4 zugewandte Ende des Gehäuses 6 bildet. Der Fortsatz 13 ist konzentrisch zu dem Hals 8 angeordnet und weist vorzugsweise etwa den gleichen Innendurchmesser auf.

**[0031]** An dem Abschnitt 11 sind zur Ausbildung von Düsenmündern ein oder mehrere Öffnungen 17a, 17b, 18 vorgesehen. Die Öffnungen 17a, 17b sind als funktionsbestimmende Düsenmündern in abgerundeten Übergangsabschnitten 19a, 19b zwischen dem Abschnitt 11 und dem Fortsatz 13 bzw. dem Hals 8 ausgebildet. Sie erzeugen einen fächerförmigen Strahl, dessen Grenzen ungefähr die Axialrichtung und die Radialrichtung sind. Je nach gewünschtem Strahlverhalten sind auch andere Ausbildungen des Düsenmundes möglich. Die Ausbildung der Düsenmündern 17a, 17b und ihre Anordnung in den gegenüberliegenden Übergangsabschnitten 19a, 19b erlauben eine zumindest teilweise Kompensation der auf Düsenkörper 2 von dem Fluid einwirkenden Axialkraft.

**[0032]** Die Öffnung 18 ist im zentralen Bereich des Abschnitts 11 des Gehäuses 6 zwischen den Öffnungen 17a, 17b, in Umfangsrichtung um 180° von diesen beabstandet angeordnet. Sie ist in Axialrichtung durch Wände 21a, 21b und in Umfangsrichtung durch Wände 22a, 22b begrenzt und in Seitenansicht trapezförmig. Die Wände 21a, 21b sind bspw. etwas gewölbt und schräg zu der Austrittsfläche geneigt. Die Öffnung 18 erweitert sich in Axialrichtung nach außen hin. Die axial ausgerichteten und zueinander vorzugsweise parallelen Wände 22a, 22b sind in Umfangsrichtung und gegen die Radiale geneigt angeordnet. Damit ist der betreffende Düsenmund so angeordnet, dass er ein der Drehung des Düsenkörpers 11 entgegenwirkendes Reaktionsmoment erzeugt.

**[0033]** Zur drehbaren Lagerung des Düsenkörpers 2 dient das Lagerelement 3. Es ist an seinem einen Ende mit einem Fluideinlass 23 versehen, der durch eine Axialbohrung 24 mit Innengewinde 25 gebildet ist. Auf der dem Fluideinlass 23 abgewandten Seite des Lagerelements 3 ist eine Achse 26 vorgesehen, die zwischen ihrem freien Ende 27 und einer an ihr vorgesehenen radial nach innen springenden Stufe 28 ein Außengewinde 29 aufweist.

**[0034]** Das Lagerelement ist bezüglich der Drehachse 5 rotations-symmetrisch ausgebildet. Es weist einen den Fluideinlass 23 umgebenden ersten zylindrischen Wandbereich 31 sowie daran anschließend einen Bereich 32 auf, der sich mit einer Krümmung verjüngt und in einen Zylinderabschnitt 33 übergeht. Der Zylinderabschnitt 33, in dem die den Fluideinlass 23 bildende Axialbohrung 24 als Sackbohrung endet, weist eine Stirnfläche 34 sowie einen Mantelfläche 35 auf. An der Stirnfläche 34 stützt sich im statischen Zustand die Schulter 10 des Halses 8 ab. Im Betrieb (unter Fluidruck) ist die Schulter 10 von der Stirnfläche 34 etwas abgehoben

und berührt diese vorzugsweise nicht.

**[0035]** Der Radius der coaxial zu der Achse 5 angeordneten Mantelfläche 35 des Zylinderabschnitts 33 ist etwas geringer als der Innenradius der Innenwand 9b des Halses 8. Das verbleibende Spiel dient als Lager-  
5 spiel einer Gleitlageranordnung 36. Zwischen der Mantelfläche 35 und der Innenwand 9b kann z.B. ein Spalt 37 von bspw. lediglich etwa 0,1 mm Weite gebildet sein. Zur Verschleißminderung ist die Düse 1 vorzugsweise aus einem geeigneten Werkstoff, vorzugsweise aus einem korrosionsbeständigen Metall, Keramik oder Kunststoff gefertigt.

**[0036]** Der Zylinderabschnitt 33 bildet eine Drallerzeugungseinrichtung 41, die das einströmende Fluid in Umfangsrichtung beschleunigt. Der Zylinderabschnitt 33 weist z.B. drei äquidistant angeordnete Eintrittsöffnungen 42 auf. Jede ist durch eine die Stirnfläche 34 und die Mantelfläche 35 schneidende Nut 43 gebildet. Die Nuten 43 sind mit einer Steigung gegen die Axialrichtung (nach Art eines steilen Gewindes) schräg geneigt angeordnet und haben Verbindung mit der Axialbohrung 24.

**[0037]** Der Düsenkörper 2 ist auf dem Lagerelement 3 durch das Sicherungselement 4 gesichert, das eine Axialbohrung 44 mit Innengewinde 45 aufweist. Ein in dem Innenraum 7 des Düsenkörpers 2 angeordneter Strömungskörper 46 des Sicherungselements 4 weist eine bogenförmige, sich in Strömungsrichtung erweiternde Außenwand, so dass das Fluid mit nur geringem Widerstand zu dem Düsenmund 17a abgelenkt wird. Das Fluid wird kaum verwirbelt und das Spritzverhalten nicht beeinträchtigt. Im Anschluss an den Strömungskörper 46 ist eine ringförmige Lagerfläche 47 vorgesehen, die mit der Innenfläche 14 des Fortsatzes 13 eine weitere Gleitlageranordnung 48 für den Düsenkörper 2 bildet. Das Lagerspiel beträgt etwa 0,1 mm. Ferner ist im Anschluss an die Lagerfläche 47 eine axiale Lagerfläche 49 vorgesehen, die mit der Stirnfläche 15 des Fortsatzes 13 den Düsenkörper in Axialrichtung mit geringem Spiel fixiert. An den beiden Gleitlageranordnungen 36, 48 ist keine zusätzliche Dichtung erforderlich oder vorgesehen.

**[0038]** Die Arbeitsweise der insoweit beschriebenen Düse 1 ist wie folgt:

**[0039]** Das Fluid gelangt über den Fluideinlass 23 zu den Eintrittsöffnungen 42 der Drallerzeugungseinrichtung 41, die den Eingang des Innenraums 7 bilden. Der Fluidstrahl wird durch die Eintrittsöffnungen 42 in drei Teilstrahlen mit Drall in den Innenraum geleitet. Die drallerzeugenden Nuten 43 stehen etwa unter einem Winkel von 35° bis 55°, vorzugsweise ca. 45°, zu der Drehachse. Der eintretende Fluidstrom wird zunächst radial nach außen und außerdem in Umfangsrichtung abgelenkt. Das mit Drall strömende Fluid trifft auf die Innenwand des Halses 8 und des Gehäuses 6. Es tritt ein Mitnahmeeffekt auf, der ein auf das Gehäuse 6 einwirkendes Drehmoment erzeugt und das Gehäuse 6 dreht. Die Drallerzeugungseinrichtung 41 und das Ge-  
55

häuse 6 bilden somit einen ersten Fluidantrieb 51 für den Düsenkörper 2.

**[0040]** Das in das Gehäuse 6 gelangte Fluid tritt durch die Öffnungen 17a, 17b, 18 jeweils in Strahlen aus. Die Strahlen sind jeweils fächerförmig und ergänzen sich insgesamt zu einem fächerförmigen Strahl, der sich ausgehend von der Drehachse 5 über 180° bis zur Drehachse 5 erstreckt. Der Fächer ist in einzelne Teilfächer aufgeteilt, die den jeweiligen Düsenmündern zugeordnet sind. Sie können in Umfangsrichtung versetzt sein.

**[0041]** Der aus dem seitlichen Düsenmund, d.h. der Öffnung 18 austretende Strahl erzeugt eine Reaktionskraft, die auf das Gehäuse 6 wirkt, wobei die Krafrichtung jedoch die Drehachse 5 nicht schneidet. Bspw. ist die Krafrichtung um ca 30 gegen die Radiale versetzt. Es entsteht dadurch ein auf das Gehäuse 6 wirkendes bremsendes Drehmoment. Der seitliche Düsenmund 18 bildet somit eine Bremseinrichtung. Das bremsend wirkende Drehmoment entspricht dem Rückstoß, den der austretende Strahl auf das Gehäuse 6 ausübt und ist somit druckabhängig. Tendenziell nimmt der Rückstoß mit zunehmendem Druck zu.

**[0042]** Das Antriebsdrehmoment entspricht dem Drall, der in das Gehäuse 6 eintretenden Flüssigkeit und nimmt somit tendenziell bei Erhöhung der Fluidgeschwindigkeit und somit bei Erhöhung des Fluiddrucks zu. Bei sehr geringen Drücken, wie bspw. unterhalb 0,5 bar, ist die Bremsungswirkung des Rückstoßes an der Öffnung 22a gering. Es überwirkt das antreibende Drehmoment durch den Drall des Fluids. Die Düse dreht dabei mit einer Drehzahl bis 30 U/min. Mit zunehmendem Druck wird die Rückstoßbremsung an der Öffnung 18 wirksam. Die Drehzahl fällt dabei auf Werte von bspw. 3 U/min bis 4 U/min bei 1 bar. Das Gehäuse 6 und seine Lagerstellen sind so gestaltet, dass nahezu keine Axialkraft auf das Gehäuse 6 wirkt, wodurch an den Lagerstellen kaum bremsende Reibung in Erscheinung tritt. Außerdem lässt sich der Axialschub des Gehäuses 6 durch die Ausbildung der Düsenmunde 17a, 17b und 18 steuern.

**[0043]** Mit zunehmendem Druck nimmt die Drehzahl des Düsenkörpers 6 allmählich wieder zu - es überwiegt etwas die Antriebswirkung durch den Drall des Fluids. Bspw. kann die Zunahme linear beim flachem Anstieg der Kurve sein. Versuche zeigen bei 20 bar eine Umdrehungszahl von 24 U/min. Die Düse zeigt somit eine Selbststabilisierungsfunktion der Drehzahl. Die langsame aber stabile Umdrehung des Gehäuses 6 gestattet bei hohem Druck das Austreten des Fluids mit großer Wurfweite und guter Reinigungswirkung auch an großen Behältern.

**[0044]** Bei dem vorgestellten Düsenaufbau kann der Innenraum des Gehäuses 6 vollkommen frei gestaltet werden. Insbesondere sind keinerlei Einbauten oder dgl. erforderlich. Dadurch wird das Spritzverhalten der einzelnen Düsenöffnungen an dem Düsenkörper 2 (Gehäuse) nicht gestört und der austretende Fluidstrahl

wird nicht beeinflusst, wie es der Fall sein kann, wenn in dem Gehäuse Turbinen oder dgl. untergebracht sind. Außerdem zeigt sich eine lineare Abhängigkeit zwischen dem Fluiddruck und der Durchflussmenge, wie Figur 5 veranschaulicht. Die Düse weist einen geringen inneren Strömungswiderstand auf, der insbesondere bei höheren Drücken und somit höheren Fließgeschwindigkeiten von Bedeutung ist. Damit kann die Düse nicht nur bei sehr niedrigen Drücken und bei wenig dichten Fluiden wie Luft, Dampf oder Schaum Anwendung finden, sondern auch und gerade für Flüssigkeiten mit hohen Drücken, die eine gute Reinigungswirkung erzielen.

**[0045]** Bei der vorgestellten Ausführungsform wird der Düsenantrieb durch die Antriebseinrichtung 51 und die Bremsung durch die Bremseinrichtung 18 bewirkt. Die Drehzahl-Druck-Kennlinie hat einen wannenförmigen Verlauf. Eine ebenfalls stabilisierte Kennlinie lässt sich auch erhalten, wenn die Öffnung 18 ein überwiegendes Moment erzeugt und als Antrieb wirkt, während die Antriebseinrichtung 51 schwächer ist und als Bremse wirkt.

**[0046]** In Fig. 7a, 7b ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Düse veranschaulicht. Soweit Übereinstimmungen mit der vorstehend beschriebenen Düse in Bau und/oder Funktion bestehen, wird unter Zugrundelegung gleicher Bezugszeichen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen.

**[0047]** Die in Fig. 7a und 7b dargestellte Ausführungsform der Düse 1 unterscheidet sich von der in Fig. 1 bis 4 dargestellten insbesondere dadurch, dass anstelle der Schraubverbindung 29, 45 eine Stiftsicherung 52 zur Befestigung des Sicherungselements 4 an dem Lagerelement 3 vorgesehen ist. Zu diesem Zweck ist die Axialbohrung 44 des Sicherungselements 4 als Zentralbohrung ausgebildet. Als Stift dient hier ein Federstecker 53 aus einem federnden Material, der in einer Durchgangsbohrung 54 an dem freien Ende 27 der Achse 26 steckt, um die Düse 1 in axialer Richtung zu fixieren. An einer Abschlussschleife 55 des Sicherungselements 4 können ebenso Durchgangsbohrungen oder den Federstecker 53 aufnehmende radiale Nuten 56 vorgesehen sein, um das Sicherungselement 4 zusätzlich gegen Verdrehen zu sichern. Der Vorteil der Stiftsicherung 52 oder einer entsprechenden Sicherung von außen liegt darin, dass die Zentralbohrung 44 wie auch die Achse 26 gewindelös, also glattwandig ausgebildet und spaltarm, insbesondere ohne Labyrinthspalte, miteinander verbunden werden können. In den verbleibenden, vom Fluid durchspülbaren Spalten können sich also Schmutzpartikel oder dgl. kaum festsetzen. Dies ermöglicht insbesondere die Anwendungen im Pharma- und Lebensmittelbereich.

**[0048]** In der Ausführungsform nach Fig. 7a, 7b sind die die Drallerzeugungseinrichtung 41 bildenden Nuten 43 in umgekehrten Sinne ausgerichtet als in der Ausführungsform nach Fig. 1 bis 4, so dass der Düsenkörper 2 hier in Strömungsrichtung gesehen gegen den

Uhrzeigersinn angetrieben wird. Demgemäß ist zur Erzielung der gewünschten Bremswirkung auch der seitliche Düsenmund 18 in die andere Richtung gegen die Radiale geneigt.

**[0049]** Eine, insbesondere für Reinigungszwecke anwendbare Düse weist einen drehbar gelagerten Düsenkörper auf, an dem ein oder mehrere Düsenmünder vorgesehen sind. Als Drehantrieb dient das Düsengehäuse selbst, das von einer mit Drall in das Gehäuse geleiteten Flüssigkeit mitgenommen wird. Um die Antriebswirkung zu stabilisieren, ist an der Düse wenigstens eine Bremsvorrichtung vorgesehen, die durch Fluidwirkung ein bremsendes Drehmoment erzeugt. Vorzugsweise wird hier der Rückstoß an einer Düsenöffnung genutzt.

## Patentansprüche

1. Düse (1), insbesondere zum Reinigen von Behältern mittels eines Fluids,

mit einem drehbar gelagerten Düsenkörper (2), der ein Gehäuse (6) und wenigstens einen in diesem ausgebildeten Düsenmund (17a, 17b, 18) aufweist, aus dem das Fluid aus der Düse (1) in die Umgebung austritt,

mit einem Fluidantrieb (51), der drehfest mit dem Düsenkörper (2) verbunden ist, und

mit einer von dem ersten Fluidantrieb (51) getrennten Bremsvorrichtung (18), die zur Hemmung der Drehung des Düsenkörpers (2) eingerichtet ist,

### **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Bremsvorrichtung (18) durch einen zweiten Fluidantrieb (18) gebildet ist.

2. Düse (1), insbesondere zum Reinigen von Behältern mittels eines Fluids,

mit einem drehbar gelagerten Düsenkörper (2), der ein Gehäuse (6) und wenigstens einen in diesem ausgebildeten Düsenmund (17a, 17b, 18) aufweist, aus dem das Fluid aus der Düse (1) in die Umgebung austritt,

mit einem Fluidantrieb (51), zu dem ein durch die Wirkung der Fluids angetriebener Rotor gehört,

### **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Rotor durch das Gehäuse (6) des Düsenkörpers (2) selbst gebildet ist.

3. Düse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Gehäuse (6) des Düsenkörpers (2) als

Rotor des ersten Fluidantriebs (51) dient.

4. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie vollständig aus einem korrosionsbeständigen Metall gefertigt ist. 5
5. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (6) des Düsenkörpers (2) zylindrisch ausgebildet ist und einen im Wesentlichen rotationssymmetrischen Innenraum (7) umschließt, der von dem Fluid durchströmt wird, und dass eine Drallerzeugungseinrichtung (41) vorgesehen ist, die dem Fluidstrom einen Drall erteilt. 10
6. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Düsenmund (17a, 17b, 18) derart ausgebildet ist, dass ein fächerartiger austretender Fluidstrahl erzeugt wird, der in mehrere Segmente aufgeteilt ist, die in Umfangsrichtung zusammengeklappt vorzugsweise einen Stahlwinkel von 180 ergeben. 15 20
7. Düse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Fluidantrieb (51) bildende Drallerzeugungseinrichtung (41) am Eingang des Innenraums (7) angeordnet ist oder diesen bildet und wenigstens eine von einem Fluideinlass (23) zu dem Innenraum (7) führende Eintrittsöffnung (42) aufweist. 25 30
8. Düse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drallerzeugungseinrichtung (41) durch einen Zylinderabschnitt (33) gebildet ist, der vorzugsweise Teil eines zur drehbaren Lagerung des Düsenkörpers eingerichteten Lagerelements (3) ist, der eine Mantelfläche (35) sowie eine in Strömungsrichtung zeigende kreisringförmige Stirnfläche (34) aufweist und in dem die Eintrittsöffnung (42) als eine Nut (43) ausgebildet ist, die zu der Mantelfläche (35) und der Stirnseite (34) hin offen ist und zu der Axialrichtung geneigt verläuft, und dass zwischen der Mantelfläche (35) und dem konzentrisch dazu angeordneten Gehäuse (6) des Düsenkörpers (2) ein lediglich geringer Spalt (37) zur Lagerung des Gehäuses (6) festgelegt ist. 35 40 45
9. Düse nach Anspruch 5, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere, vorzugsweise drei Eintrittsöffnungen (42) vorgesehen sind, die vorzugsweise in Umfangsrichtung äquidistant und gleichsinnig angeordnet sind. 50
10. Düse nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Drehmomentbeaufschlagung des Düsenkörpers (2) wenigstens eine von dem ersten Fluidantrieb (51) gesonderte, als Fluidantrieb ausgebildete Bremseinrichtung (18) vorgesehen ist, die dem Antriebsmoment des ersten Fluidantriebs (51) 55

entgegenwirkt.

11. Düse nach Anspruch 1 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bremseinrichtung (18) durch wenigstens eine in dem Gehäuse (6) vorgesehene Durchgangsöffnung (18) gebildet ist, an der das ausströmende Fluid eine Reaktionskraft hervorruft.
12. Düse nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchgangsöffnung (18) in Umfangsrichtung durch eine im Wesentlichen axial ausgerichtete Wand (22b) begrenzt ist, die nach außen hin in Drehrichtung geneigt ist und auf die der hindurchtretende Fluidstrahl einen Rückstoß ausübt, der den Düsenkörper (2) in seiner Drehbewegung hemmt.
13. Düse nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine andere die Durchgangsöffnung (18) in Umfangsrichtung begrenzende Wand (22a), die der ersten Wand (22b) bei der Drehung des Düsenkörpers (2) vorausseilt, in etwa parallel zu der Wand (22b) ausgerichtet ist.
14. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Lagerung des Düsenkörpers (2) ein Lagerelement (3), in das ein Fluideinlass (23) einmündet und das an seinem dem Fluideinlass (23) abgewandten Ende eine Achse (26) trägt, die eine Drehachse (5) für den Düsenkörper definiert, sowie ein Sicherungselement (4) vorgesehen ist, das an einem freien Ende (27) der Achse (26) befestigbar ist und das eine Axiallagerfläche (49) sowie eine Radiallagerfläche (47) für den Düsenkörper (2) aufweist.
15. Düse nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Lagerelement (3) eine radial nach außen vorspringende ringförmige Schulter (34) vorgesehen ist, die gemeinsam mit der ihr zugewandten Axiallagerfläche (49) des Sicherungselements (4) den Düsenkopf (2) in axialer Richtung klemmungsfrei und spielarm sichert.
16. Düse nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Axiallagerfläche (49) als Dichtung dient und darüber hinaus keine weitere Dichtung im Bereich der Axiallagerfläche (49) für den Düsenkörper (2) vorgesehen ist.
17. Düse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur drehbaren Lagerung des Düsenkörpers (2) eine Gleitlageranordnung (36, 48) vorgesehen ist.
18. Düse nach Anspruch 14 und 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleitlageranordnung (36, 48) durch eine an dem Lagerelement (3) vorgesehene,

radial nach außen und zu der Drehachse (5) coaxial ausgerichtete zylindrische Mantelfläche (35) sowie durch die Radiallagerfläche (47) des Sicherungselements (4) gebildet ist.

5

19. Düse nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Gleitlageranordnungen (36, 48) und der Radiallagerfläche (47) zur Flüssigkeits-schmierung eine Leckage festgelegt ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

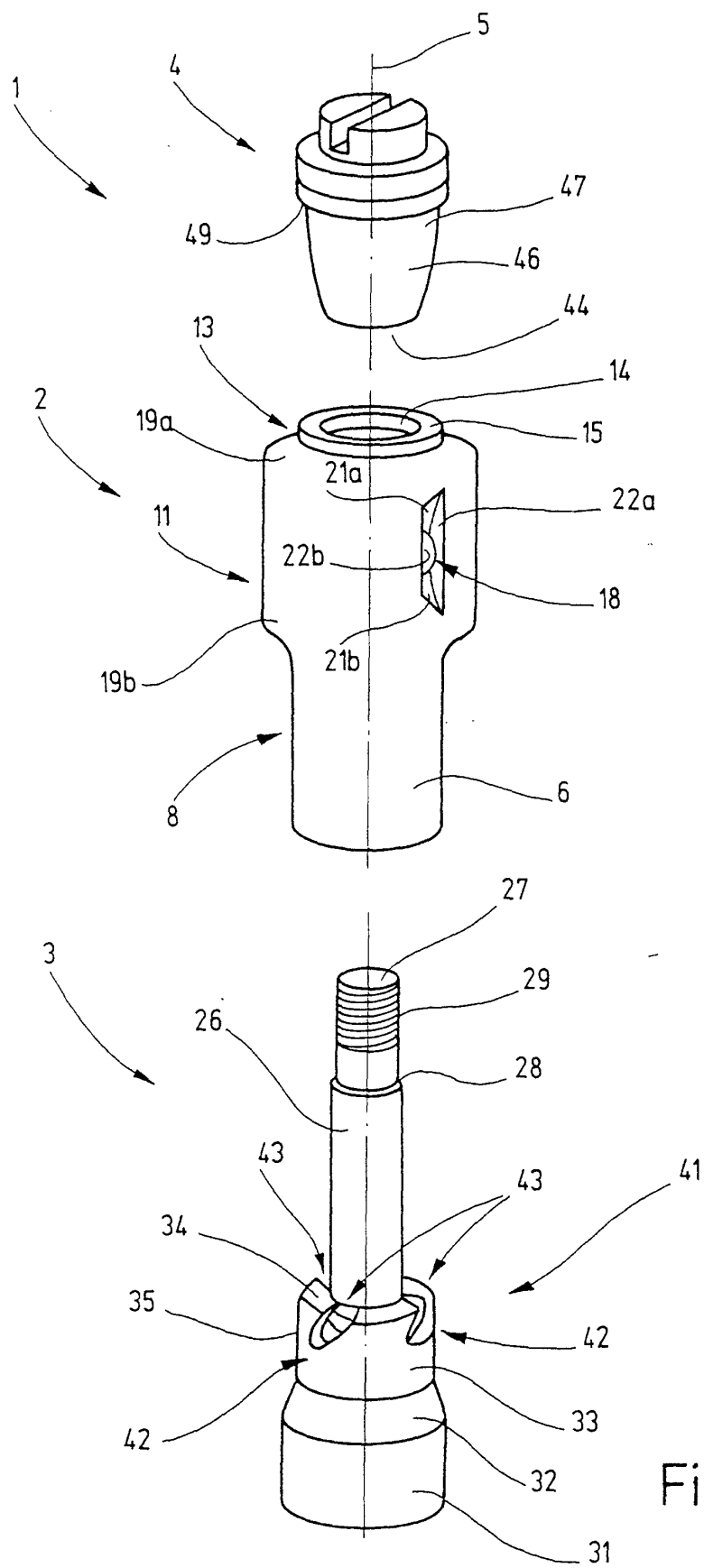


Fig.1

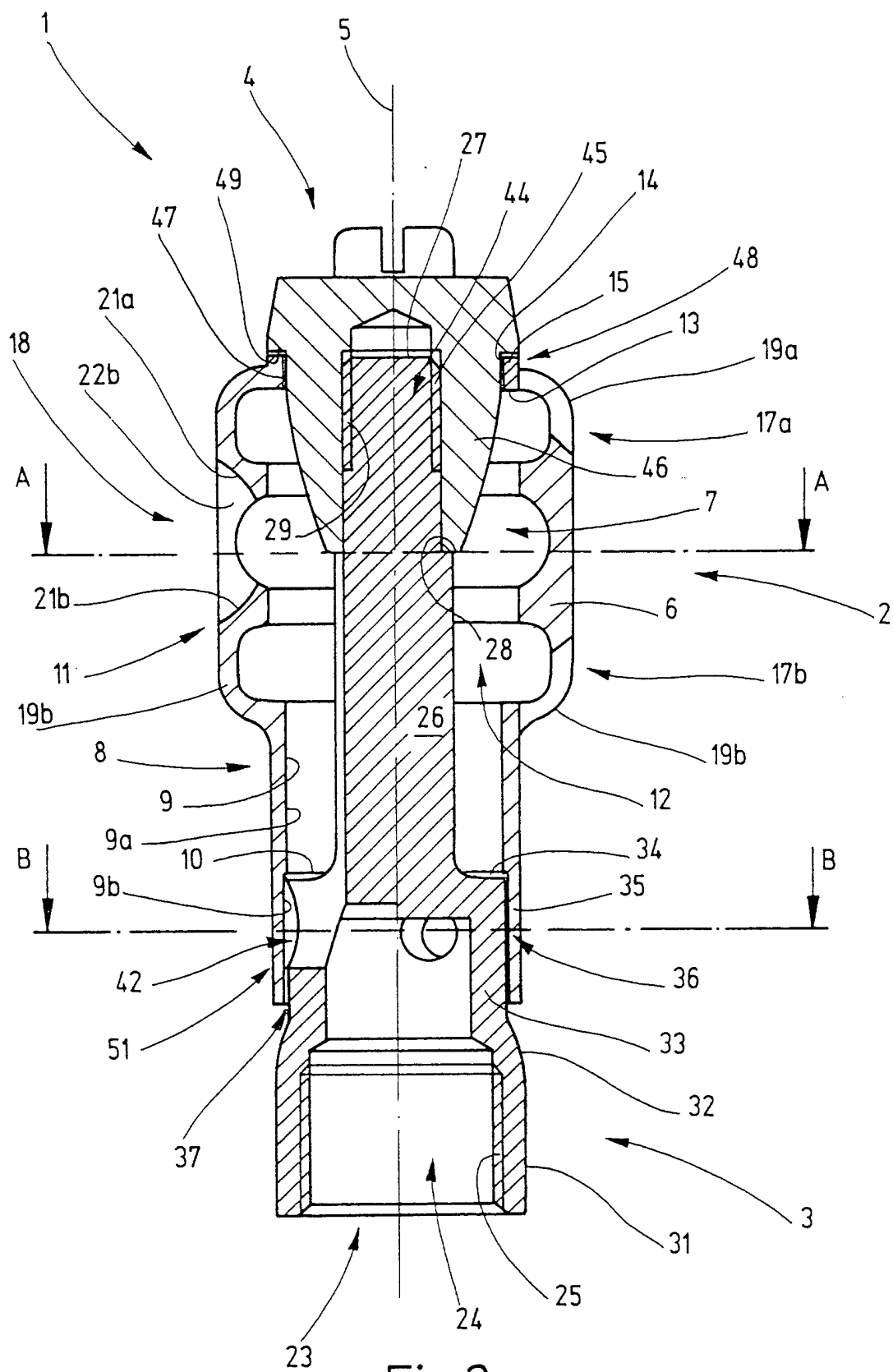


Fig.2

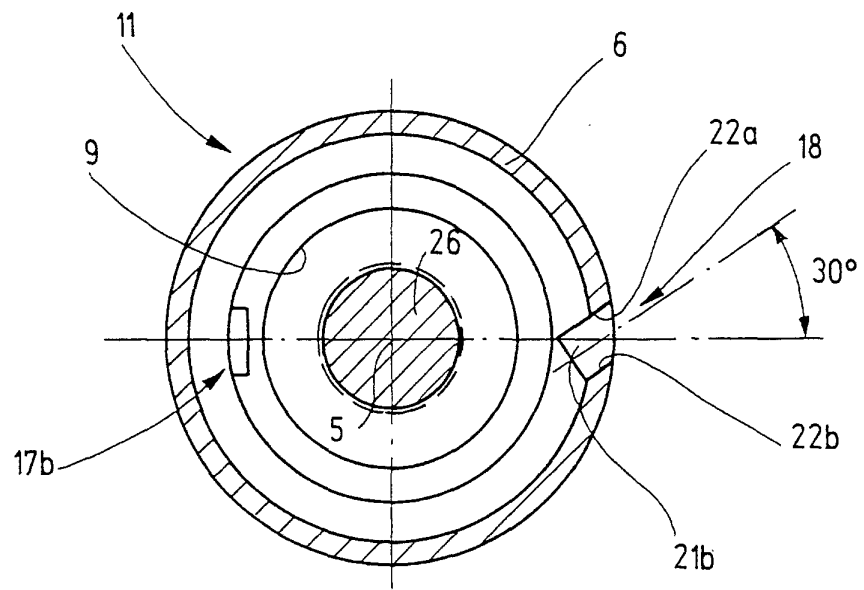


Fig.3

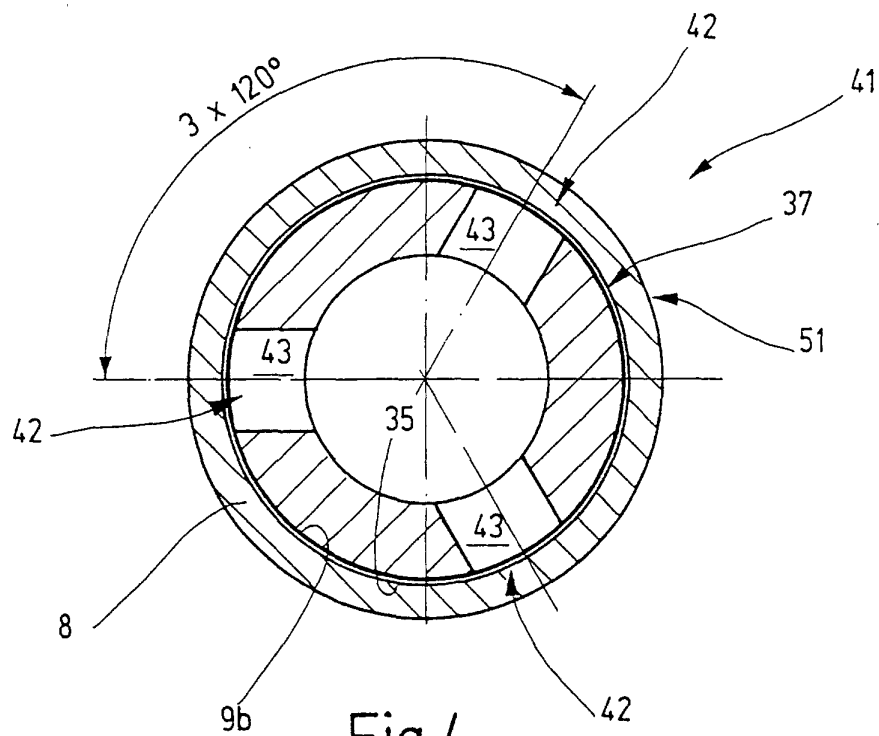


Fig.4

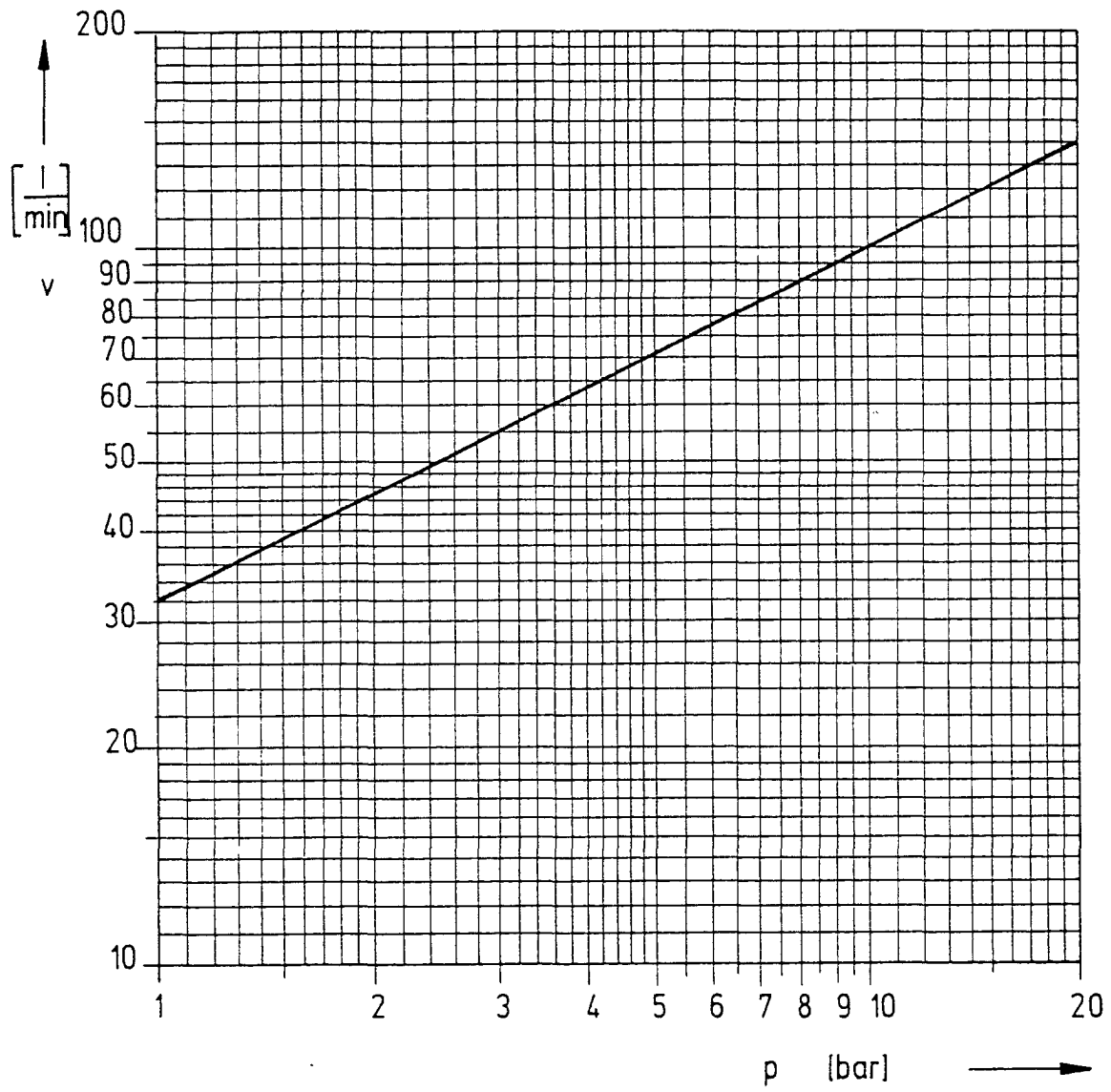


Fig.5

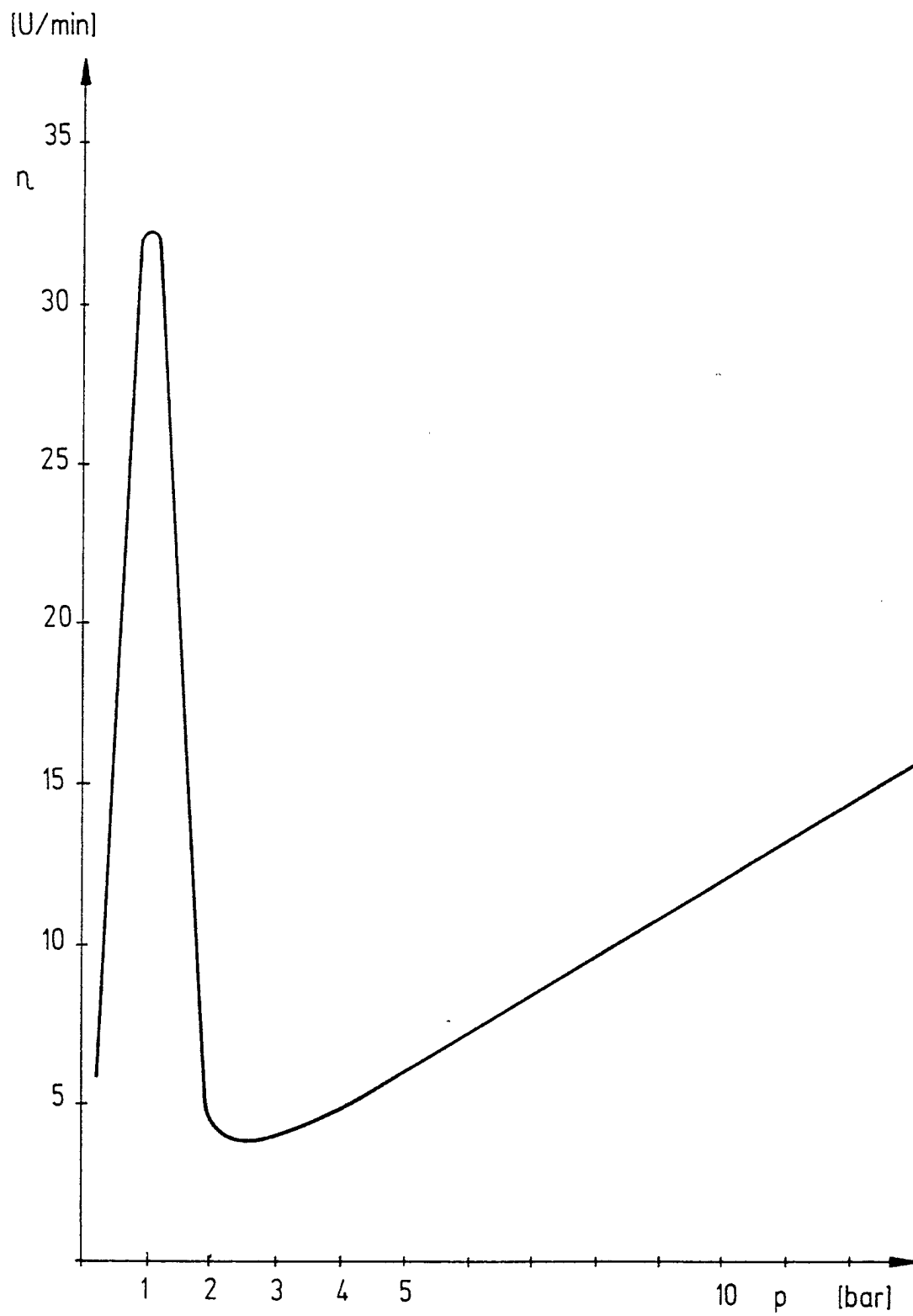


Fig.6

