

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 645 191 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94112048.7**

51 Int. Cl.⁶: **B05B 3/04**

22 Anmeldetag: **02.08.94**

30 Priorität: **26.08.93 DE 4328744**

72 Erfinder: **Steinhilber, Ernst**
Teckstrasse 59
D-71696 Möglingen (DE)
Erfinder: **Kütterer, Heinz**
Fliederstrasse 11
D-71397 Leutenbach (DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.03.95 Patentblatt 95/13

64 Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES FR GB IT SE

71 Anmelder: **SPRAYING SYSTEMS**
DEUTSCHLAND GmbH & Co. KG
Bahnhofstrasse 77
D-73630 Remshalden (DE)

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. W.**
Scherrmann Dr.-Ing. R. Rüger
Webergasse 3
D-73728 Esslingen (DE)

54 **Düse.**

57 Eine rotierende Düse (1) weist ein Gehäuse (2) auf, in dem eine Turbine (13) drehbar gelagert ist. Die Turbine (13) sitzt auf einer rohrförmigen Welle (17), deren aus dem Gehäuse (2) herausragendes Ende den Düsenkopf (22) trägt. Um auch bei hohen Flüssigkeitsdrücken eine niedrige Drehzahl der Düse (1) zu erreichen, ist das Lager (23), mit dem die Turbine (13) in dem Gehäuse (2) gelagert ist, ein Axialgleitlager.

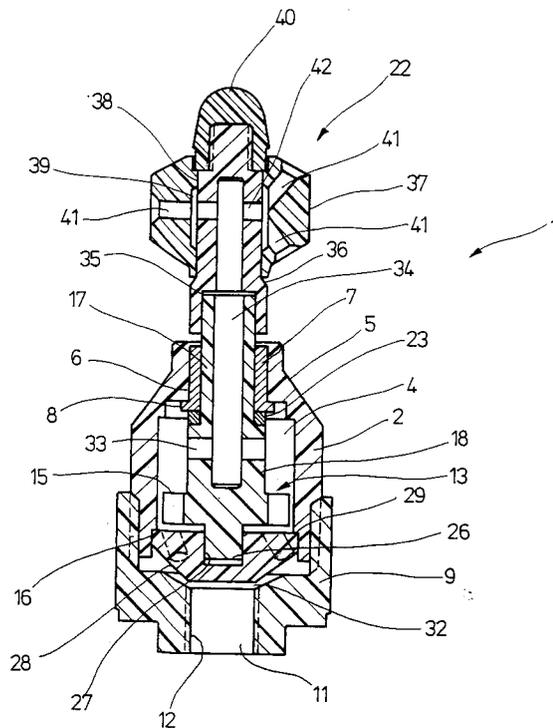


Fig. 2

EP 0 645 191 A2

Zum Abspülen von Wänden bzw. Behälterwänden wird ein Flüssigkeitsstrahl benötigt, der mit möglichst hoher Strahlkraft auf die Wand auftrifft. Dabei müssen mit dem Strahl sämtliche Wandteile erreicht werden, um den gewünschten Reinigungseffekt zu erzielen. Im Falle von etwa zylindrischen Behältern ist es deshalb von Vorteil, eine rotierende Düse zu verwenden, die von sich aus den Strahl über die gesamte Innenumfangsfläche des Behälters führt. Zweckmäßigerweise wird zum Antrieb der rotierenden Düse das Reinigungsfluid verwendet, das durch die Düse hindurchströmt.

Allerdings müssen derartige rotierende Düsen langsam laufen, weil sonst nur ein Sprühstrahl auftritt, der nicht geeignet ist, die Behälterwand zu reinigen, sondern sie lediglich benetzt.

Um solche langsam laufenden rotierenden Düsen zu erreichen, ist es bekannt, in den Strömungsweg der Reinigungsflüssigkeit eine Turbine zu bringen, die über ein Getriebe die Kreisbewegung des Düsenauslasses bewirkt.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß das Getriebe die Düse mechanisch aufwendig macht.

Eine weitere Anforderung, die an eine solche Düse zum Reinigen von Behältern gestellt wird, ist, eine von dem Druck der Flüssigkeit angenähert unabhängige Drehzahl, und zwar auch bei der Verwendung von Schaum.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine rotierende Düse zu schaffen, bei der der Düsenkopf ohne Getriebe mit einer langsamen Drehzahl angetrieben wird und bei der die Drehzahl in einem Druckbereich nicht entsprechend dem Flüssigkeitsdruck ansteigt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die rotierende Düse mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Aufgrund der Bauform der neuen rotierenden Düse wirkt das Axiallager gleichzeitig als Reibungsbremse, deren Bremswirkung durch den Flüssigkeitsdruck gesteuert wird. Obzwar bisher die genauen Wirkzusammenhänge nicht völlig aufgeklärt sind, weshalb die neue rotierende Düse diesen selbsttätig die Drehzahl begrenzenden Effekt zeigt, kann möglicherweise davon ausgegangen werden, daß bei niedrigen Drücken sich zunächst in dem Axialspalt der beiden Lagerflächen des Axiallagers infolge der durch die Düse strömenden Flüssigkeit eine Flüssigkeitsreibung einstellt, die mit zunehmendem Druck in eine trockene Reibung übergeht. Dadurch ändert sich druckabhängig der Reibbeiwert, und bis zu einem Betriebsdruck von 0,5 bar steigt die Drehzahl der Turbine und damit die Drehzahl des Düsenkopfes etwa proportional mit dem Druck an, wobei je nach sonstiger Ausbildung der neuen Düse Drehzahlen bis ca. 50 U/min erreicht werden. Oberhalb von ca. 0,5 bar endet die Proportionalität zwischen Drehzahl und Flüssig-

keitsdruck. Statt dessen beginnt jenseits dieses Druckes die Drehzahl sogar wieder abzufallen, wobei der Drehzahlabfall bzw. das Drehzahlmaximum abhängig von weiteren Konstruktionsparametern der neuen Düse ist.

Bei der neuen Düse kommt die Antriebskraft nicht aus dem Rückstoß des aus der Düse austretenden Flüssigkeitsstrahles. Vielmehr wird diese Antriebskraft von der Turbine erbracht und je nach dem, wie stark der Austrittswinkel des Flüssigkeitsstrahles gegenüber der Normalen auf die Austrittsfläche geneigt ist, kann der Strahl noch eine Zusatzkraft liefern, um gegebenenfalls Bremsseffekte bei hohen Drehzahlen weiter zu kompensieren.

Um den gewünschten Bremsseffekt durch das Axialgleitlager nicht zu beeinträchtigen, ist, abgesehen von der Dichtwirkung durch das Axiallager, keine weitere nennenswerte Dichtung vorgesehen.

Ein selbsttätiges Anlaufen der rotierenden Düse wird erreicht, wenn der Reibbeiwert in dem Axiallager in dem Bereich zwischen 0,05 und 0,15 liegt. Solche Reibbeiwerte können beispielsweise erreicht werden, wenn eine oder beide Axiallagerflächen PTFE oder einem Werkstoff mit vergleichbaren Reibbeiwerten enthalten.

Um einen möglichst guten Wirkungsgrad der Turbine zu erhalten, ist der Turbine zweckmäßigerweise ein Injektor vorgeschaltet, durch den ein mit tangentialer Richtung in die Turbine einströmender Strahl erzeugt wird. Die Durchlaßbohrung in dem Injektor ist gegenüber der Drehachse der Turbine seitlich versetzt und auch geneigt.

Eine sehr einfache Turbine wird erhalten, wenn sie die Gestalt einer zylindrischen Scheibe aufweist, in deren Außenumfangsfläche Nuten als Durchlässe eingearbeitet sind. Damit in jedem Falle die neue rotierende Düse von selbst anläuft und mit gleichförmiger Winkelgeschwindigkeit läuft, ist die Anzahl der Durchlaßbohrungen in dem Injektor und die Zahl der Durchlässe in der Turbine teilerfremd.

Im übrigen sind Weiterbildungen der Erfindung Gegenstand von Unteransprüchen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

- Fig. 1 die neue rotierende Düse in einer perspektivischen Explosionsdarstellung,
- Fig. 2 die Düse nach Fig. 1 im zusammengesetzten Zustand und in einem Längsschnitt und
- Fig. 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit der Drehzahl vom Betriebsdruck.

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, weist die neue rotierende Düse 1 ein etwa zylindrisches Gehäuse 2 auf, das an seinem rückwärtigen Ende mit einem Außengewinde 3 versehen ist. Das Gehäuse 2 be-

grenzt einen durchgehend zylindrischen Innenraum 4, der an einer Stirnseite 5 des Gehäuses 2 in eine dazu koaxiale Bohrung 6 übergeht. In der koaxialen Bohrung 6 steckt eine aus PTFE bestehende Bundbühse 7, deren Bund in dem Innenraum 4 angeordnet ist.

Zum hinteren Ende hin wird das Gehäuse 2 von einer auf das Außengewinde 3 aufgeschraubten Überwurfmutter 9 begrenzt, die koaxial mit einem Flüssigkeitseinlaß 11 versehen ist. Der Flüssigkeitseinlaß 11 ist eine durch den Boden der Überwurfmutter 9 durchgehende Bohrung mit einem Innengewinde 12.

In dem zylindrischen Innenraum 4, der bis in die Nähe des Bundes 8 konstanten Querschnitt hat, rotiert eine Turbine 13. Diese Turbine 13 ist eine zylindrische Scheibe, deren Außendurchmesser geringfügig kleiner als die lichte Weite des zylindrischen Innenraums 4 ist und die in ihrem Außenumfang bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel insgesamt acht Nuten 14 mit rechteckigem Querschnitt enthält. Die Nuten 14 durchsetzen die die Turbine 13 bildende Scheibe von einer vorderen Stirnseite 15 bis hin zu einer hinteren Stirnseite 16, und außerdem sind die Nuten 14 in radialer Richtung offen. Ferner lassen die Figuren erkennen, daß die Nuten 14 gegenüber der Achse der Turbine 13, die mit der Symmetrieachse der Turbine 13 zusammenfällt, schräg geneigt sind. Den Winkel, den die Längsachse jeder Nut 14 in der Projektion mit der Drehachse der Turbine 13 einschließt, liegt zwischen etwa 10° und 40° . Im gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel exakt 25° .

An der Stirnseite 15 geht die die Turbine 13 bildende Scheibe einstückig in eine Turbinenwelle 17 über. Die Turbinenwelle 17 weist unmittelbar angrenzend an die Turbine 13 einen zylindrischen Abschnitt 18 mit größerem Durchmesser auf, der an einer Ringschulter 19 in einen zylindrischen Abschnitt 21 mit reduziertem Durchmesser übergeht. Der Durchmesser des Abschnittes 21 ist so bemessen, daß er mit geringem Spiel in der Bohrung der Bundbühse 7 rotieren kann. Die Länge des Abschnittes 21 ist ausreichend, damit die Turbinenwelle 17 nach außen aus dem Gehäuse 2 hervorsteht, um auf ihrem vorstehenden Ende einen Düsenkopf 22 befestigen zu können.

Die beim Betrieb der Düse 1 auftretenden Axialkräfte werden von einem Axiallager 23 übertragen, dessen eine Lagerfläche die plane innenliegende Stirnfläche des Bundes 8 und dessen andere Axiallagerfläche ein Ring 25 ist, der auf die Turbinenwelle 17 bis zu der Schulter 19 aufgeschoben ist. Um die trockene Reibung in dem Axiallager 23 so klein wie möglich zu halten, bestehen sowohl die Bundbühse 7 als auch der Ring 25 mit rechteckigem Querschnitt aus PTFE oder einem vergleichbaren Werkstoff. Der Außendurchmesser

des Rings 25 beträgt bei einem praktischen Ausführungsbeispiel ca. 19 mm, während die lichte Weite etwa 13 mm entsprechend dem Außendurchmesser des Abschnittes 21 der Turbinenwelle 17 ist. Die Höhe des Ringes 25 beträgt ca. 1 mm. Abgesehen von der Lagerung durch die Turbinenwelle 17 ist an der rückwärtigen Stirnseite 16 eine weitere Lagerung mittels eines einstückig angeformten zylindrischen Zapfens 26 vorgesehen, der zu der Turbinenwelle 17 koaxial ist. Dieser Zapfen 26 rotiert in einer Sackbohrung 27, die in einem Einsatzkörper 28 enthalten ist. Der Einsatzkörper 28 hat die Gestalt eines flachen Kegelstumpfes und sitzt im der Überwurfmutter 9 zugekehrten rückwärtigen Ende des zylindrischen Innenraums 4. Damit von dem Flüssigkeitsdruck der Einsatzkörper 28 nicht vorgeschoben werden kann, ist sein Durchmesser etwas größer als der im Bereich der Turbine 13 liegende Hauptabschnitt des Innenraumes 4, der sich an einer Schulter 29, die radial nach innen springt, zum rückwärtigen Ende hin zylindrisch erweitert.

Dieser Einsatzkörper 28 enthält insbesamt drei schräg verlaufende Bohrungen 31, die auf einem Teilkreisdurchmesser liegen, der gleich dem Teilkreisdurchmesser der Nuten 14 der Turbine 13 ist. Die Bohrungen 31 verlaufen gegenüber der Drehachse der Turbine 13 unter einem stärker geneigten Winkel als die Nuten 14 und bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel, den die Achsen dieser drei Bohrungen 31 gegenüber der Drehachse einschließen, 55° . Der Durchmesser der drei Bohrungen 31, die äquidistant verteilt sind, beträgt ca. 4 mm und ist etwas kleiner als die Weite der Nuten 14, gemessen in Umfangsrichtung. Der Einsatzkörper wirkt so als Injektor für eine Turbine 13.

Auf diese Weise kann die Flüssigkeit über den Flüssigkeitseinlaß 11 durch einen Spalt 32 zwischen dem Einsatzkörper 28 und dem Boden der Überwurfmutter 9 zu den Durchlaßbohrungen 31 strömen. Aus dem Innenraum 4 strömt die Flüssigkeit über Querbohrungen 33 ab, die in der Turbinenwelle 17 in dem Abschnitt 18 mit größerem Durchmesser angebracht sind. Diese Querbohrungen 33 münden in eine Sackbohrung 34, die von dem außerhalb des Gehäuses 2 liegenden Ende her in die Turbinenwelle 17 hinführt.

Der Düsenkopf 22 besteht aus einem auf der Turbinenwelle 17 aufgesteckten und dort durch entsprechende Mittel gesicherten Rohrstück 35, das eine Schulter 36 bildet sowie einen bis zu der Schulter 36 auf das Rohrstück 35 aufgesteckten und im Querschnitt sechseckigen Ring 37, wobei das Rohr 35 durch eine koaxiale Bohrung 38 des Ringes 37 hindurchführt. Die Bohrung 38 ist im Inneren bei 39 radial nach außen springend erweitert.

Um den Ring 37 auf der Schulter 36 zu halten, ist auf dem vorderen geschlossenen Ende des Rohres 35 eine Mutter 40 aufgeschraubt.

In dem Ring 37 führen mehrere, beim gezeigten Ausführungsbeispiel insgesamt drei verhältnismäßig weit bemessene Bohrungen 41 nach außen, und zwar sind die Bohrungen 41 derart angebracht, daß sie keine oder nur eine geringe Komponente in Umfangsrichtung haben.

Die Strömungsverbindung zwischen der Bohrung 34 und den Flüssigkeitsauslässen 41 erfolgt durch den Innenraum des Rohres 35 sowie entsprechenden Querbohrungen 42 in diesem.

Die Arbeitsweise der insoweit beschriebenen rotierenden Düse 1 ist wie folgt:

Die zu verspritzende Flüssigkeit wird unter Druck in den Flüssigkeitseinlaß 11 eingespeist. Von hier aus strömt die Flüssigkeit durch den Spalt 32 längs der Mantelfläche des Einsatzkörpers 28 zu den drei schräg verlaufenden Bohrungen 34, die insgesamt drei Flüssigkeitsstrahle erzeugen. Diese Flüssigkeitsstrahle haben eine Komponente in Richtung zu der Turbine 13 und außerdem eine Komponente in Umfangsrichtung, da die Bohrungen, die die Durchlässe 31 bilden, unter dem erwähnten Winkel von 55° schräg gegen die Drehachse geneigt sind. Hierdurch trifft die aus den Durchlässen 31 austretende Flüssigkeit mit einer Umfangskomponente gegen die in Strömungsrichtung liegenden Wände der Nuten 14, wodurch die Turbine 13 in Rotation versetzt wird. Die durch die Nuten 14 hindurchströmende Flüssigkeit gelangt in den Bereich des Innenraumes 4 zwischen der Turbine 13 und dem Axiallager 23. Je nach Druckverhältnissen gelangt ein sehr geringer Teil der Flüssigkeit in den Spalt des Axiallagers 23 und bewirkt dort eine Flüssigkeitsschmierung. Der weitaus größte Teil der Flüssigkeit strömt hingegen durch die radialen Bohrungen 33 in die Bohrung 34 und von dort in das Rohr 35, das es durch die Querbohrungen 32 in Richtung auf die Düsenauslässe 41 verläßt. Da die Turbinenwelle 17 einstückig und somit auch drehfest mit der Turbine 13 verbunden ist und der Düsenkopf 22 drehfest auf dem Rohr 35 gehalten ist, läuft er mit der Turbine 13 um.

Die Drehzahl, mit der die Turbine 13 rotiert, hängt davon ab, welchen Winkel die Nuten 14 mit der Drehachse der Turbinenwelle 17 und welchen Winkel die Durchlaßbohrungen 31 ebenfalls mit der Drehachse der Turbinenwelle 17 einschließen. Ferner wird die Drehzahl beeinflusst von dem Abstand, den die Stirnseite 16 der Turbine von der gegenüberliegenden Planseite des Einsatzkörpers 28 hat. Je größer dieser Spalt ist, umso kleiner wird die Drehzahl. Ein günstiger Wert für die Spaltbreite liegt bei ca. 1,6 mm, während der Außendurchmesser der die Turbine 13 bildenden Scheibe bei etwa 32 mm liegt und die Dicke ca. 8 mm beträgt. Der

Querschnitt der Auslässe, also der Querschnitt der einzelnen Bohrungen 41, beträgt jeweils ca. 3 mm² und stellt den wesentlichen strömungsbegrenzenden Widerstand dar. Es wird davon ausgegangen, daß alle übrigen Strömungswiderstände in der Summe kleiner sind als der durch die Auslässe 41 hervorgerufene Strömungswiderstand.

Bei einer solchermaßen bemessenen Düse 1 wird die in Fig. 3 gezeigte Drehzahlkennlinie erhalten, wenn die Düse 1 mit Wasser bei Raumtemperatur gespeist wird.

Wie zu ersehen ist, steigt bis ca. etwa 0,5 bar die Drehzahl des Düsenkopfes 22 proportional mit dem Druck bis auf ca. 37 U/min an. Bei Überschreiten dieses Druckes, also im Bereich zwischen ca. 0,5 bar und 1 bar kippt die Drehzahlkennlinie um und eine weitere Erhöhung des Druckes führt zunächst zu einer Verminderung der Drehzahl, insofern, als bis zu einem Bereich von ca. 10 bar die Drehzahl des Düsenkopfes 22 bis auf ca. 30 U/min absinkt. Erst bei einer weiteren Erhöhung des Druckes steigt die Drehzahl wieder allmählich an. Damit ist, wie ersichtlich, die neue Düse 1 eine langsam laufende Düse und in einem nennenswerten Bereich ihres Betriebsdruckes, nämlich zwischen 0,5 bar und 15 bar tritt keine druckproportionale Drehzahländerung auf. Ab 15 bar steigt die Drehzahl bis 20 bar nur unmerklich an. Im Rahmen der Anforderungen an eine solche Düse, die zur Reinigung von Behältern verwendet wird, kann somit davon ausgegangen werden, daß die Drehzahl angenähert konstant ist, denn einer Druckvariation von 1:10 steht eine Drehzahlvariation von 1:1,2 gegenüber. Somit wird es möglich, ohne die Drehzahl der Düse nennenswert zu ändern, die Behälterwände mit unterschiedlich scharfen Strahlen abzuspielen.

Patentansprüche

1. Rotierende Düse (1), insbesondere für wässrige Flüssigkeiten, mit einem Düsengehäuse (2), das einen Innenraum (4) aufweist, in den ein Flüssigkeitseinlass (11) einmündet, mit einer Lagerbohrung (6) in dem Düsengehäuse (2), die aus dem Innenraum nach außen herausführt und in dem Innenraum (4) eine Axiallagerfläche (8) bildet, die in eine zylindrische aus dem Innenraum (4) herausführende Radiallagerfläche übergeht, mit einer in der Lagerbohrung drehbar gelagerten und aus dem Innenraum (4) herausführenden Welle (17), die in dem Innenraum (4) eine radial nach außen vorspringende Axiallager-schulter (19) aufweist, die mit der Axiallagerfläche (8) der Lagerbohrung (6) zusammenwirkt und mit dieser ein Axiallager (23) bildet, wobei

- das Axiallager (23) als eine von dem Flüssigkeitsdruck gesteuerte Reibungsbremse wirkt, mit einem Düsenkopf (22), der außerhalb des Gehäuses (2) auf der Welle (17) drehfest sitzt und wenigstens eine Düsenbohrung (41) enthält, aus der die Flüssigkeit mit einer bezüglich der Welle (17) radialen Komponente aus der Düse (1) austritt, mit einer in der Welle (17) enthaltenen Kanalordnung (33,34,42), über die der Düsenkopf (22) mit dem Flüssigkeitseinlass (11) strömungsmäßig verbunden ist, und mit einer mit der Welle (17) unmittelbar und ohne Getriebe gekuppelten Antriebseinrichtung (13), die von der durch die Düse (1) strömenden Flüssigkeit in Gang gesetzt wird und eine vom Druck der Flüssigkeit an dem Flüssigkeitseinlass (11) abhängige Antriebskraft für die Welle (17) erzeugt.
2. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung von einer Turbine (13) gebildet ist, die mit der Welle (17) drehfest verbunden ist und in dem Inneraum (4) rotiert.
 3. Düse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu einer von dem Flüssigkeitsdruck herrührenden Axialkraft führenden Flächen an der Turbine (13) bzw. Welle (17) im Verhältnis zu der effektiven Axiallagerfläche so bemessen sind, daß beim Betrieb mit geringen Drücken in dem Axiallager (23) eine Flüssigkeitsschmierung auftritt, die mit zunehmenden Druck verschwindet.
 4. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Axiallager (23) als Dichtung dient und darüberhinaus keine weitere Dichtung für die Welle (17) im Bereich des Axiallagers (23) vorgesehen ist.
 5. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reibbeiwert für trockene Reibung zwischen den Axiallagerflächen (8,25) zwischen 0,05 und 0,15 liegt.
 6. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Axiallagerflächen (8,25) PTFE aufweist.
 7. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beide Axiallagerflächen (8,25) PTFE aufweisen.
 8. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum (4) zylindrisch und die Lagerbohrung (6) zu dem Inneraum (4) koaxial angeordnet ist.
 9. Düse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß strömungsmäßig vor der Turbine (13) ein wenigstens eine Durchlassbohrung (31) enthaltender Injektor (28) angeordnet ist, mit dem wenigstens ein mit einer tangentialen Komponente in die Turbine (13) einströmender Strahl erzeugt wird.
 10. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlassbohrung (31) in dem Injektor (28) gegenüber der Drehachse der Welle (17) radial versetzt ist und gegenüber der Drehachse der Welle (17) schräg geneigt verläuft.
 11. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (28) wenigstens drei Durchlassbohrungen (31) enthält, die um die Drehachse der Welle (17) herum äquidistant angeordnet und gleichsinnig ausgerichtet sind.
 12. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (13) auf der der Welle (17) gegenüberliegenden Stirnseite (16) einen Achsstummel (26) trägt, der in einer Lagerbohrung (27) des Injektors (28) drehbar gelagert ist.
 13. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (13) auf der dem Injektor (28) zugekehrten Seite (16) plan ist.
 14. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Injektor (28) auf der der Turbine (13) zugekehrten Seite (15) plan ist.
 15. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der in der Turbine (13) enthaltenen Durchlässe (14) teilerfremd mit der Anzahl der Durchlassbohrungen (31) in dem Injektor (28) ist.
 16. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbine (13) die Gestalt einer zylindrischen Scheibe aufweist, in deren Rand Durchlässe (14) äquidistant verteilt enthalten sind, deren Längsachsen gegenüber der Drehachse der Welle (17) schräg geneigt sind.
 17. Düse nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß Durchlässe Nuten (14) sind, die zum Umfang der zylindrischen Scheibe hin offen sind.
 18. Düse nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel, den die Durchlässe

(14) der Turbine (13) mit der Drehachse der Welle (17) einschließen, kleiner ist als der Winkel, den die Durchlassbohrungen (31) in dem Injektor (28) mit der Drehachse einschließen.

5

19. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel, den die Durchlässe (14) in der Turbine (13) mit der Drehachse der Welle (17) einschließen, zwischen 10° und 40° liegt.

10

20. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel, den die Durchlassbohrungen (31) in dem Injektor (28) mit der Drehachse der Welle (17) einschließen, zwischen 15° und 75° liegt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

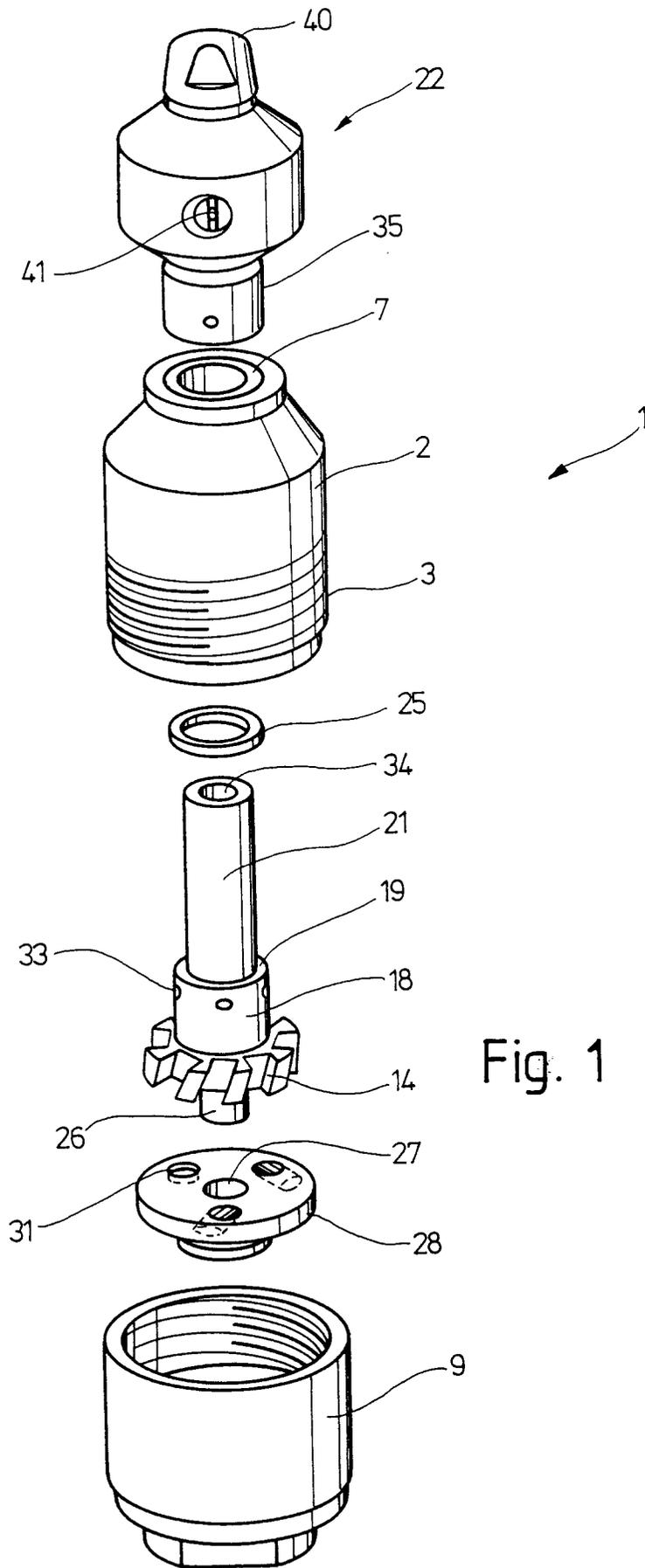


Fig. 1

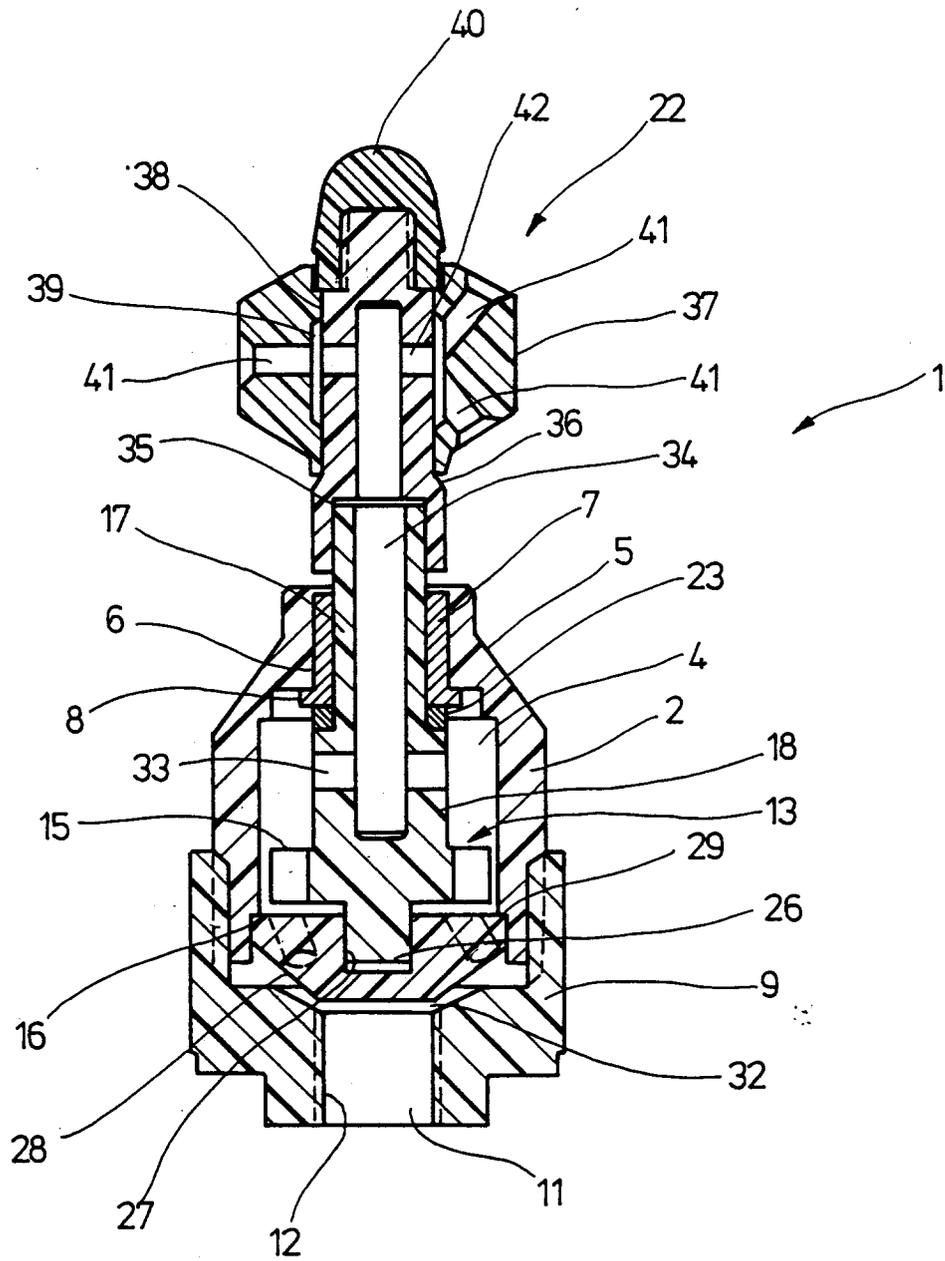


Fig. 2

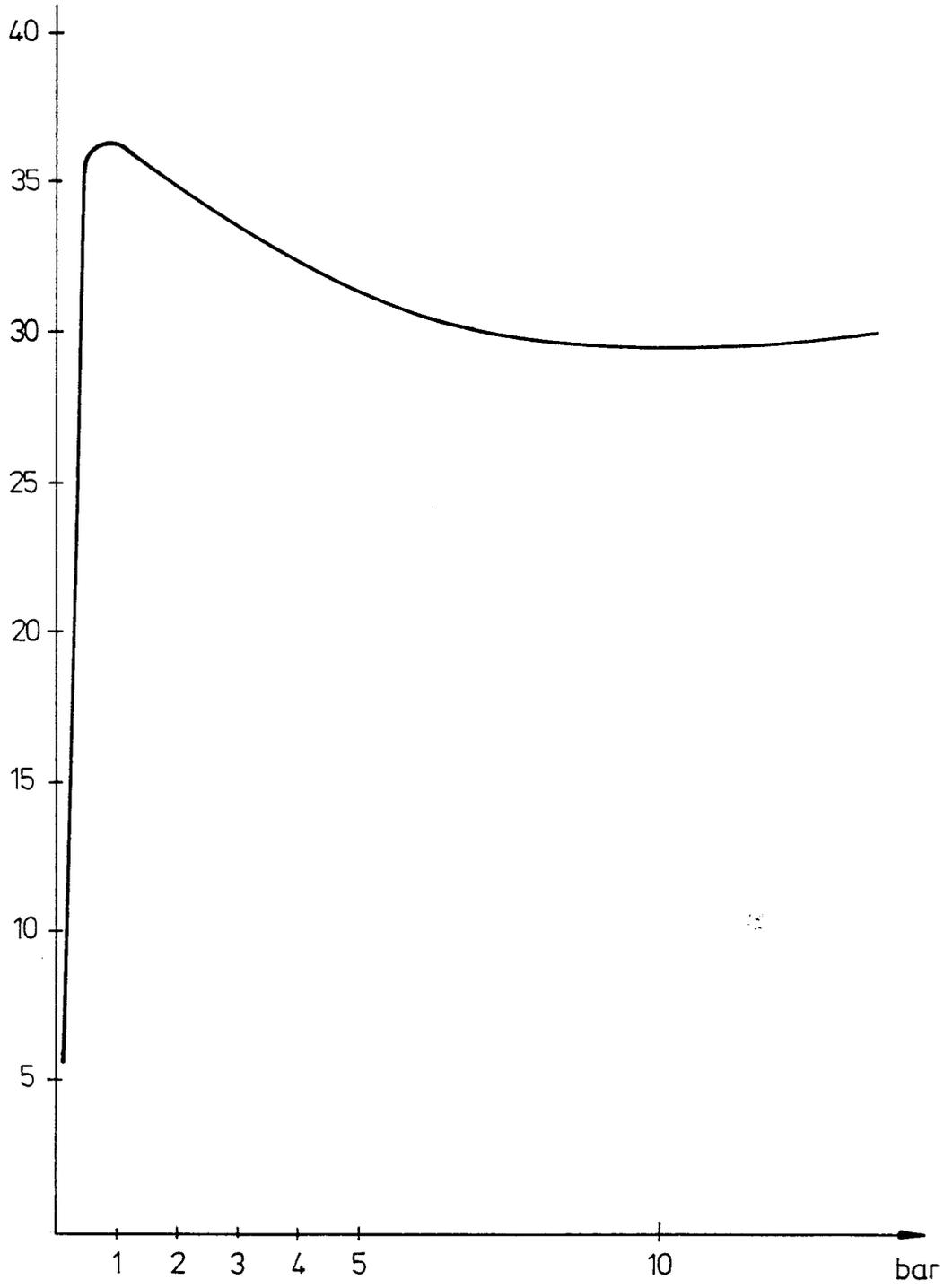


Fig. 3