

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. April 2002 (11.04.2002)

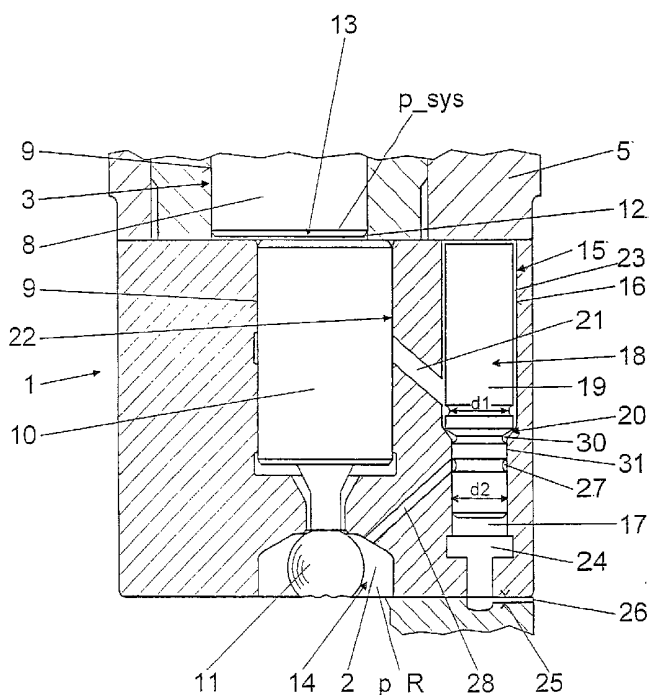
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/29254 A2

PCT

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F15B 3/00, F02M 51/06
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STOECKLEIN, Wolfgang [DE/DE]; Ludwigstrasse 34b, 70176 Stuttgart (DE). SCHMIEDER, Dietmar [DE/DE]; Silcherstrasse 12, 71706 Markgroeningen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03716
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. September 2001 (28.09.2001)
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CZ, JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 48 933.8 4. Oktober 2000 (04.10.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: VALVE FOR CONTROLLING FLUIDS

(54) Bezeichnung: VENTIL ZUM STEUERN VON FLÜSSIGKEITEN



(57) Abstract: The invention relates to a valve for controlling fluids provided with a valve element (3), which can be axially displaced inside a valve body (5), with a hydraulic chamber (12), which functions as a hydraulic transmission, with a filling device (15), which is provided for compensating for losses due to leakage and which is connected to a high pressure area (14) and to a low pressure area (13) of the valve and, lastly, with a flow restrictor (18). According to the invention, the flow restrictor (18) can be displaced according to a pressure prevailing inside the low pressure area (13) whereby resulting in a filling of the hydraulic chamber (12) with fluid.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten vorgeschlagen, mit einem in einem Ventilkörper (5) axial bewegbaren Ventilglied (3), mit einer als hydraulische Übersetzung arbeitenden hydraulikkammer (12), und mit einer Befüllleinrichtung (15) zum Ausgleich von Leckageverlusten, welche mit einem Hochdruckbereich (14) und einem Niederdruckbereich (13) des Ventils verbunden ist und einen Drosselkörper (18) aufweist. Erfindungsgemäss ist vorgesehen, dass der Drosselkörper (18) in Abhängigkeit von einem im Niederdruckbereich

(13) herrschenden Druck derart beweglich ist, dass eine Befüllung der Hydraulikkammer (12) mit Flüssigkeit erfolgt.

WO 02/29254 A2

5

10

Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten gemäß der in Patentanspruch 1 näher definierten Art aus.

20

Aus der Praxis sind Ventile zum Steuern von Flüssigkeiten bekannt, die ein Ventilglied und eine hydraulische Übersetzung aufweisen. Die hydraulische Übersetzung umfaßt in der Regel eine Hydraulikkammer, die in einem Niederdruckbereich des Ventils liegt. Die Hydraulikkammer wird zum Ausgleich von Leckageverlusten von einer Befülleinrichtung wiederbefüllt. Dazu ist die Befülleinrichtung mit einem Hochdruckbereich des Ventils verbunden, der die Befülleinrichtung mit Flüssigkeit versorgt. Um bei der Befüllung den Hochdruck auf einen Systemdruck in der Hydraulikkammer zu reduzieren, weist die Befülleinrichtung üblicherweise einen Drosselkörper auf.

30

Aus der EP 0 477 400 A1 ist ein solches Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten, insbesondere von Kraftstoff bei einem Common-Rail-Injektor, bekannt. Das Ventil ist über einen piezoelektrischen Aktor betätigbar, wobei eine spannungsabhängige Auslenkung bzw. eine Längenänderung des Aktors über eine Hydraulikkammer übertragen wird, welche als hydraulische Übersetzung bzw. Kopplung und Toleranzausgleichselement arbeitet. Die Hydraulikkammer schließt zwischen zwei sie begrenzenden Kolben, von denen ein Kolben mit einem kleineren Durchmesser ausgebildet ist und mit einem anzusteuernden Ventilschließglied verbunden ist, und der andere Kolben mit einem größeren Durchmesser ausgebildet ist und mit dem piezoelektrischen Aktor verbunden ist, ein gemeinsames Ausgleichsvolumen ein. Die Hydraulikkammer ist derart zwischen den beiden Kolben eingespannt, daß der Betätigungskolben einen um das Übersetzungsverhältnis des Kolbendurchmessers vergrößerten Hub macht, wenn der größere Kolben durch den piezoelektrischen Aktor um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird.

Die Hydraulikkammer im Niederdruckbereich benötigt einen bestimmten Systemdruck, welcher aufgrund von Leckagen bei der Betätigung des Ventils abfällt, falls keine ausreichende Befüllung mit Flüssigkeit stattfindet.

Bei dem bekannten Ventil wird der in der Hydraulikkammer benötigte Systemdruck selbst erzeugt. Dies wird in der Praxis durch eine Zuführung von Flüssigkeit aus dem Hochdruckbereich des Ventils in den Niederdruckbereich erreicht. Dies geschieht häufig mit Hilfe von Leckspalten, die durch

Leck- bzw. Befüllstifte als Drosselkörper realisiert werden.

Die (Wieder)Befüllung der Hydraulikkammer sollte dabei derart erfolgen, daß der Druck in der Hydraulikkammer möglichst konstant gehalten wird. Denn ein Absenken bzw. Erhöhen des Druckes in der Hydraulikkammer kann die hydraulische Übersetzung des Ventils negativ beeinflussen. Insbesondere ist eine Erhöhung des Systemdruckes in der Hydraulikkammer ungünstig, da bei einem hohen Druck die Verdrängung von Hydraulikvolumen aus der Hydraulikkammer über die die angrenzenden Kolben umgebenden Spalte entsprechend verstärkt wird. Dadurch kann z.B. die Wiederbefüllzeit zum Aufbau und Halten des Druckes auf der Niederdruckseite unter Umständen derart verlängert werden, daß mangels vollständiger Wiederbefüllung bei einer kurz darauf folgenden Betätigung des Ventils ein kürzerer Ventilhub ausgeführt wird, der das Öffnungsverhalten des gesamten Ventils gegebenenfalls negativ beeinflussen kann.

Bei der Befülleinrichtung des bekannten Ventils werden Drosselkörper verwendet, bei denen z.B. aufgrund ihrer geometrischen Dimensionierung ein kontinuierlicher Durchsatz an Flüssigkeit zur Wiederbefüllung der Hydraulikkammer vorgesehen ist. Somit besteht hier der Nachteil, daß nur eine vorausberechnete bzw. in Versuchen ermittelte Leckagemenge in der Hydraulikkammer ersetzt wird. Selbst bei gattungsgleichen Ventilen kann die Leckagemenge aufgrund von Fertigungstoleranzen unterschiedlich sein, so daß bei jedem Ventil nach der Fertigung die Leckagemenge bestimmt werden muß, um z.B. die Dimensionierung des Drosselkörpers ent-

sprechend festzulegen. Dies führt bei den bekannten Ventilen zu einem erheblichen Mehraufwand.

5 Dazu kommt, daß bei einer möglichen Änderung der Leckage der Systemdruck bei den bekannten Ventilen mit der Befülleinrichtung nicht konstant gehalten werden kann. Dies führt dann zu den oben angesprochenen negativen Einflüssen bei dem Öffnungsverhalten der Ventile, da bei den bekannten Befülleinrichtungen eine kurzfristige Änderung der Befüllmenge nicht möglich ist.

10

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Ventil zur Steuerung von Flüssigkeiten mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, daß die Befüllung der Hydraulikkammer in Abhängigkeit von dem Druck im Niederdruckbereich erfolgt, so daß bei einer erfolgten Leckage aus der Hydraulikkammer, die eine Druckabsenkung zur Folge hat, der Drosselkörper der Befülleinrichtung derart bewegt wird, daß eine entsprechende Wiederbefüllung der Hydraulikkammer mit Flüssigkeit erfolgt.

15

20

Bei dem erfindungsgemäßen Ventil wird mit der Befülleinrichtung auf einfachste Weise ein Ausgleich von Leckageverlusten bei der Hydraulikkammer realisiert, denn jede Druckänderung des in der Hydraulikkammer vorgegebenen Druckes führt zu einer Bewegung des Drosselkörpers und damit wiederum zur entsprechenden Befüllung der Hydraulikkammer mit Flüssigkeit. Somit ist mit der Befülleinrichtung ein vorgegebener Systemdruck in der Hydraulikkammer präzise und gleichsam automatisch einstellbar.

25

30

Bei absinkendem Druck im Niederdruckbereich bzw. in der Hydraulikkammer kann der Drosselkörper derart in eine offene Stellung bewegt werden, daß Flüssigkeit aus dem Hochdruckbereich über zumindest einen Verbindungskanal zur Hydraulikkammer fließt, bis wieder ein vorgegebener Systemdruck im Niederdruckbereich erreicht ist und sich der Drosselkörper der Befülleinrichtung wieder in einer Gleichgewichtslage befindet, in der keine Befüllung der Hydraulikkammer mit Flüssigkeit erfolgt.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß die Befülleinrichtung Bohrungen mit unterschiedlichem Durchmesser umfaßt, in denen ein an die Durchmesser der Bohrungen angepaßtes Stellglied axial bewegbar angeordnet ist, wobei im Bereich der Durchmesseränderungen ein Dichtsitz ausgebildet ist, der mit dem Stellglied zusammenwirkt. Bei Druckänderungen, insbesondere in der oberen Bohrung, die mit dem Niederdruckbereich bzw. mit der Hydraulikkammer verbunden ist, kann das Stellglied entsprechend bewegt werden, so daß beispielsweise über einen Verbindungskanal Flüssigkeit in die Hydraulikkammer zum Ausgleich von Leckageverlusten gelangen kann.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, daß zwei Kolben als Drosselkörper vorgesehen sind, die in den Bohrungen axial bewegbar angeordnet sind. Bei Druckänderung werden die Kolben derart bewegt, daß Flüssigkeit aus dem Hochdruckbereich in den Niederdruckbereich bzw. in die Hydraulikkammer zum Ausgleich von Leckageverlusten fließen kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Ventil ist besonders vorteilhaft, daß die Leckageverluste relativ gering sind. Dies wird dadurch ermöglicht, daß in der Befülleinrichtung der mit
5 Hochdruck beaufschlagte Bereich gering dimensioniert ist. Dadurch wird die Leckagemenge zum größten Teil durch die Druckdifferenz zwischen dem Niederdruck, d.h. dem Systemdruck in dem Niederdruckbereich, und dem Umgebungsdruck bestimmt. Diese Leckage ist natürlich geringer als bei einer
10 Druckdifferenz, die sich aus dem Hochdruck und dem Umgebungsdruck ergibt. Es hat sich gezeigt, daß bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Ventils, insbesondere der Befülleinrichtung, eine Reduzierung der Leckagemenge von bis zu 80% gegenüber bekannten Ventilen erreicht wird.

15 Darüber ist das erfindungsgemäße Ventil unempfindlich gegen Verschmutzungen in der Flüssigkeit bzw. in dem Kraftstoff. Durch die konstruktiv einfach ausgestaltete Befülleinrichtung wird des weiteren auch der Fertigungsaufwand des Ventils reduziert.
20

Bevorzugt sind die Bohrungen in dem Ventilkörper vorgesehen. Selbstverständlich können die Bohrungen bzw. die Befülleinrichtung auch in anderen Bauteilen angeordnet sein.
25

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.
30

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Ventils sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nach-

5

folgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen
Figur 1 eine schematische, ausschnittsweise Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung bei einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen im Längs-

schnitt,

10

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer Detailansicht einer Befülleinrichtung des erfindungsgemäßen Ventils, und

Figur 3 eine schematische, ausschnittsweise Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

15

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiele zeigen eine Verwendung des erfindungsgemäßen Ventils bei einem Kraftstoffeinspritzventil 1 für Brennkraftmaschinen von Kraftfahrzeugen. In den vorliegenden Ausführungen ist das Kraftstoffeinspritzventil 1 als ein Common-Rail-Injektor zur Einspritzung von Dieselkraftstoff ausgebildet, wobei die Kraftstoffeinspritzung über das Druckniveau in einem Ventilraum 2, welcher mit einer Hochdruckversorgung verbunden ist, gesteuert wird.

20

25

Zur Einstellung eines Einspritzbeginns, einer Einspritzdauer und einer Einspritzmenge über Kräfteverhältnisse in dem Kraftstoffeinspritzventil 1 wird ein Ventilglied 3 über eine als piezoelektrischer Aktor 4 ausgebildete piezoelektri-

30

sche Einheit angesteuert, welche auf der ventilraum- und brennraumabgewandten Seite des Ventilgliedes 3 angeordnet ist. Der piezoelektrische Aktor 4 ist in üblicher Weise aus mehreren Schichten aufgebaut und stützt sich mit einem nicht weiter dargestellten Aktorfuß an einer Wand eines Ventilkörpers 5 des Kraftstoffeinspritzventils 1 ab. An einem Aktorkopf 6 liegt über ein Auflager 7 ein erster Kolben 8 des Ventilgliedes 3 an, welcher auch als Stellkolben bezeichnet wird.

10

Neben dem ersten Kolben 8 umfaßt das Ventilglied 3, welches axial in Längsbohrungen 9 des Ventilkörpers 5 verschiebbar angeordnet ist, einen zweiten Kolben 10, welcher ein Ventilschließglied 11 betätigt und daher auch als Betätigungskolben bezeichnet wird.

15

Die Kolben 8 und 10 sind mittels einer hydraulischen Übersetzung miteinander gekoppelt. Die hydraulische Übersetzung ist als Hydraulikkammer 12 ausgebildet, die die Auslenkung des piezoelektrischen Aktors 4 auf das Ventilschließglied 11 überträgt. Die Hydraulikkammer 12 schließt zwischen den beiden sie begrenzenden Kolben 8 und 10, bei denen der Durchmesser des zweiten Kolbens 10 kleiner ist als der Durchmesser des ersten Kolbens 8, ein gemeinsames Ausgleichsvolumen ein, in dem ein Systemdruck p_{sys} herrscht. Die Hydraulikkammer 12 ist dabei derart zwischen den Kolben 8 und 10 eingespannt, daß der zweite Kolben 10 des Ventilgliedes 3 einen um das Übersetzungsverhältnis des Kolbendurchmessers vergrößerten Hub macht, wenn der größere erste Kolben 8 durch den piezoelektrischen Aktor 4 um eine bestimmte Wegstrecke bewegt wird. Das Ventilglied 3, seine

20

25

30

Kolben 8 und 10 und der piezoelektrische Aktor 4 können dabei auf einer gemeinsamen Achse hintereinander liegen. Bei den vorliegenden Ausführungsbeispielen sind die beiden Kolben 8 und 10 zueinander versetzt angeordnet.

5

Über das Ausgleichsvolumen der Hydraulikkammer 12 können Toleranzen aufgrund von Temperaturgradienten im Bauteil oder unterschiedlichen Temperatúrausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien sowie eventuelle Setzeffekte ausgeglichen werden, ohne daß dadurch eine Änderung der Position des anzusteuernenden Ventilschließgliedes 11 auftritt.

10

An dem ventilraumseitigen Ende des Ventilgliedes 3 wirkt das kugelartige Ventilschließglied 11 mit an dem Ventilkörper 5 ausgebildeten Ventilsitzen zusammen, wobei das Ventilschließglied 11 einen Niederdruckbereich 13 mit einem Systemdruck p_{sys} von einem Hochdruckbereich 14 mit einem Hochdruck bzw. Raildruck p_{R} trennt.

15

Hochdruckseitig führt eine nicht weiter dargestellte Ablaufdrossel in gewohnter Art zu einem Ventilsteuerraum, in dem eine bewegbare Düsennadel angeordnet ist. Durch axiale Bewegungen der Düsennadel in dem Ventilsteuerraum, der in üblicher Weise mit einer Einspritzleitung verbunden ist, welche mit einem für mehrere Kraftstoffeinspritzventile gemeinsamen Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) verbunden ist und eine Einspritzdüse mit Kraftstoff versorgt, wird das Einspritzverhalten des Kraftstoffventils 1 gesteuert.

20

Zum Ausgleich von Leckageverlusten des Niederdruckbereiches 13 bei der Betätigung des Kraftstoffeinspritzventils 1 ist

25

30

eine Befülleinrichtung 15 vorgesehen, welche niederdruckseitig in die Hydraulikkammer 12 mündet.

In Figur 1 weist die Befülleinrichtung 15 einen kanalartigen Hohlraum in dem Ventilkörper 5 auf, wobei der Hohlraum durch eine erste, obere Bohrung 16 und eine daran anschließende zweite, untere Bohrung 17 gebildet wird. Der Durchmesser der ersten bzw. oberen Bohrung 16 ist größer als der Durchmesser der zweiten bzw. unteren Bohrung 17. In den Bohrungen 16, 17 ist ein an die unterschiedlichen Durchmesser angepaßter Drosselkörper 18 axial bewegbar angeordnet. Der Drosselkörper 18 ist bei dem ersten Ausführungsbeispiel als Ventilstellglied 19 ausgebildet, welches im Bereich der oberen Bohrung 16 im wesentlichen einen Durchmesser d_1 und im Bereich der unteren Bohrung 17 im wesentlichen einen Durchmesser d_2 aufweist. Im Bereich der Durchmesseränderung der oberen Bohrung 16 und der unteren Bohrung 17 ist ein Dichtsitz 20 zwischen der Wand der Bohrungen 16, 17 und dem Ventilstellglied 19 vorgesehen. Der Dichtsitz 20 wirkt mit dem Ventilstellglied 19 derart zusammen, daß bei Betätigung des Ventilstellgliedes 19 durch entsprechende Druckänderungen in den Bohrungen 16, 17 das Ventilstellglied 19 entweder in eine offene oder eine geschlossene Stellung bewegbar ist.

25

Der Durchmesser d_1 des Ventilstellgliedes 19 ist etwas kleiner als der Durchmesser der oberen Bohrung 16, so daß ein spaltartiger Niederdruckraum 23 in der oberen Bohrung 16 gebildet wird. Der Niederdruckraum 23 ist über den Verbindungskanal 21 mit einem hier den Betätigungskolben 10

30

umgebenden Spalt 22 verbunden, der mit der Hydraulikkammer 12 in Verbindung steht.

5 Von der unteren Bohrung 17 führt ein weiterer Verbindungs-
kanal 28 zu dem mit dem Hochdruckbereich 14 verbindbaren
Ventilraum 2. Am unteren Ende der unteren Bohrung 17 ist
ein Leckagesammelraum 24 ausgebildet, der einen mit einer
Drossel 25 ausgerüsteten Auslaß 26 aufweist.

10 Das Ventilstellglied 19 weist im Bereich des kleineren
Durchmessers d_2 eine Ringnut 27 auf, die gleichzeitig einen
Einmündungsbereich des mit dem Hochdruckbereich 14 verbun-
denen Verbindungskanal 28 bildet. Somit kann Flüssigkeit
aus dem unter Raildruck p_R stehenden Hochdruckbereich 14
15 in die Ringnut 27 in der unteren Bohrung 17 gelangen.

Im Bereich des Dichtsitzes 20 ist eine zwischen der Wand
der Bohrungen 16, 17 und dem Ventilstellglied 19 gebildete
Ringkammer 30 vorgesehen. Der unter Raildruck p_R stehende
20 Kraftstoff kann über einen Spalt 31 aus der Ringnut 27 in
die Ringkammer 30, welche hier einen Hochdruckraum dar-
stellt, gelangen. Der Spalt 31 dient dabei zur Filterung
des Dieselkraftstoffes, so daß eventuell vorhandener
Schmutz aus dem Dieselkraftstoff nicht in die Ringkammer 30
25 gelangen kann.

Somit kann z.B. in einer offenen Stellung Flüssigkeit bzw.
Kraftstoff aus der mit dem Hochdruckbereich 14 verbundenen
unteren Bohrung 17 zunächst in den Niederdruckraum 23 strö-
30 men und dann durch den Verbindungskanal 21 in den mit der
Hydraulikkammer 12 in Verbindung stehenden Spalt 22 gelan-

gen, so daß eine entsprechende Leckage aus der Hydraulikkammer 12 ausgeglichen wird.

5 In Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit für funktionsgleiche Bauteile die gleichen Bezugszeichen wie zuvor verwendet werden. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Drosselkörper 18 ebenfalls als Ventilstellglied 19 ausgebildet. Jedoch sind in diesem Ausführungsbeispiel die Ringnut 27 und die Ringkammer 30 derart dimensioniert, daß sie einen gemeinsamen Raum zwischen dem Ventilstellglied 19 und der Wand der Bohrungen 16, 17 bilden, d.h. ein den Kraftstoff reinigender Spalt 31 ist bei diesem Ausführungsbeispiel nicht vorgesehen.

15 In Figur 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei dem der Drosselkörper 18 einen ersten, oberen Kolben 32 und einen zweiten, unteren Kolben 33 aufweist. Der Durchmesser d_1 des oberen Kolbens 32 ist etwa gleich dem Durchmesser der oberen Bohrung 16. Der Durchmesser d_2 des unteren Kolbens 33 ist etwa gleich dem Durchmesser der unteren Bohrung 17. Die Kolben 32, 33 sind in den Bohrungen 16, 17 axial bewegbar angeordnet. Unterhalb des unteren Kolbens 33 ist in der unteren Bohrung 17 ein mit Raildruck p_R beaufschlagter Hochdruckraum 34 vorgesehen, der mit dem Hochdruckbereich 14 bzw. mit dem Ventilraum 2 verbunden ist.

20
25
30 Oberhalb des oberen Kolbens 32 ist in der oberen Bohrung 16 ein Niederdruckraum 23 vorgesehen, der über Verbindungskam-

näle 35, 36 mit dem Spalt 22 verbunden ist, welcher wiederum mit der Hydraulikkammer 12 in Verbindung steht.

5 In der oberen Bohrung 16 ist ein Leckagesammelraum 37 vorgesehen, welcher durch die beiden Kolben 32, 33 begrenzt wird. Der Leckagesammelraum 37 weist einen mit einem Pfeil 38 angedeuteten Auslaß auf.

10 Der Verbindungskanal 36 mündet in die untere Bohrung 17, und zwar in einen zwischen der Wand der unteren Bohrung 17 und dem unteren Kolben 33 gebildeten Leckspalt 39. Dessen Länge ist durch den Abstand zwischen dem Einmündungsbereich des Verbindungskanals 36 und dem unteren Ende des Kolbens 33 bestimmt. Die Länge h des Leckspaltes 39 kann durch entsprechende Bewegung der beiden Kolben 32, 33 vergrößert
15 bzw. verkleinert werden. Somit kann auch die Leckage zwischen dem Hochdruckraum 34 und dem Niederdruckraum 23 eingestellt werden, die dann zum Befüllen der Hydraulikkammer 12 bestimmt ist.

20 Das Kraftstoffeinspritzventil 1 arbeitet in nachfolgend beschriebener Weise, wobei sich lediglich die Befüllung der Hydraulikkammer 12 bei den einzelnen Ausführungsbeispielen unterscheidet.

25 Wenn keine Spannung an dem piezoelektrischen Aktor 4 anliegt, befindet sich das Ventilschließglied 11 an dem ihm zugeordneten Ventilsitz und wird z.B. durch eine nicht weiter dargestellte Feder und durch den Raildruck p_R in dem
30 Ventilraum 2 bzw. im Hochdruckbereich 14 gegen den Ventilsitz gepreßt.

Wenn das Ventil geöffnet werden soll und eine Einspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil 1 erfolgen soll, wird der piezoelektrische Aktor 4 mit Spannung beaufschlagt, wodurch sich dieser schlagartig axial ausdehnt. Dabei stützt sich der piezoelektrische Aktor 4 an dem Ventilkörper 5 ab und baut einen Öffnungsdruck in der Hydraulikkammer 12 auf, aufgrund dessen der zweite Kolben 10 das Ventilschließglied aus seinem Ventilsitz in eine Mittelstellung treibt. Um das Ventilschließglied 11 entgegen dem Raildruck p_R nach Erreichen eines zweiten unteren Ventilsitzes wieder rückwärts in eine Mittelstellung zu bewegen und abermals eine Kraftstoffeinspritzung zu erreichen, wird die Bestromung des piezoelektrischen Aktors 4 unterbrochen. Gleichzeitig mit der Rückbewegung des Ventilschließgliedes 11 erfolgt über die Befülleinrichtung 15 eine Wiederbefüllung der Hydraulikkammer 12 auf den Systemdruck p_{sys} .

Bei den beiden Ausführungsbeispielen, die in Figur 1 und Figur 2 dargestellt sind, erfolgt die Befüllung der Hydraulikkammer 12 über den Verbindungskanal 21, der mit dem Niederdruckraum 23 in der oberen Bohrung 16 verbunden ist. Dazu wird das Ventilstellglied 19 aus einer Gleichgewichtslage nach oben verschoben, so daß Dieselkraftstoff aus der mit Hochdruck bzw. Raildruck p_R beaufschlagten Ringkammer 30 durch den Dichtsitz 20 in den Niederdruckraum 23 strömen kann. Sobald der Systemdruck p_{sys} in der Hydraulikkammer 12 erreicht ist, wird sich kurzzeitig der Druck in dem Niederdruckraum 23 erhöhen und somit das Ventilstellglied 19 nach unten bewegen, bis die Gleichgewichtslage wieder erreicht ist. Diese Gleichgewichtslage kann durch eine

Gleichsetzung der auf den Drosselkörper wirkenden Kräfte berechnet werden. Die Kräfte ergeben sich aus dem Produkt von jeweils herrschenden Druck p_{sys} bzw. p_{R} und der jeweils beaufschlagten Flächen des Drosselkörpers 18 gemäß der Funktion:

$$p_{\text{sys}} \cdot (d_1)^2 = p_{\text{R}} \cdot (d_1^2 - d_2^2)$$

Sobald dieses Gleichgewicht nicht gegeben ist, kann Kraftstoff bzw. Flüssigkeit aus dem Hochdruckraum 34 bzw. der Ringkammer 30 in den Niederdruckraum 23 bzw. in die Hydraulikkammer 12 fließen.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 läuft die Befüllung nach dem gleichen Prinzip ab. Jedoch ist bei diesem Ausführungsbeispiel kein Leckspalt 30 vorgesehen, so daß hier keine Filterung des Kraftstoffes bei der Befüllung der Hydraulikkammer 12 erfolgt.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 erfolgt die Befüllung über den Verbindungskanal 36. Der zur Befüllung erforderliche Kraftstoff strömt aus dem Hochdruckraum 34 über den Leckspalt 39. Sobald der Systemdruck p_{sys} in der Hydraulikkammer 12 bzw. in dem Niederdruckraum 23 absinkt, werden die beiden Kolben 33, 34 nach oben verschoben, so daß die Länge h des Leckspaltes 39 entsprechend verkürzt wird und somit Kraftstoff über den Leckspalt 39 in den Niederdruckraum 23 gelangen kann.

Wenn die Befüllung abgeschlossen ist, d.h. der Systemdruck p_{sys} in dem Niederdruckraum 23 bzw. in der Hydraulikkammer

12 erreicht ist, wird der Druck in dem Niederdruckraum 23 weiter erhöht, so daß sich die Kolben 33, 34 wieder nach unten verschieben und somit die Länge h des Leckspaltes 39 wieder vergrößern, bis der aus den beiden Kolben 33, 34 bestehende Drosselkörper 18 in der Gleichgewichtslage ist. Die Gleichgewichtslage ergibt sich wieder durch eine Gleichsetzung der relevanten mit den Drücken p_sys und p_R beaufschlagten Flächen des Drosselkörpers gemäß der Gleichung:

$$p_{\text{sys}} \cdot d_1^2 = p_{\text{R}} \cdot d_2^2$$

In der Gleichgewichtslage erfolgt bei sämtlichen Ausführungsbeispielen keine Befüllung, d.h. in der Hydraulikkammer 12 bzw. dem Niederdruckraum 23 herrscht Systemdruck p_sys, und der Hochdruckraum 34 wird mit dem Raildruck p_R beaufschlagt. Da die mit den Drücken p_sys und p_R beaufschlagten Flächen entsprechend dimensioniert sind, können die beiden Kolben 32, 33 in der Gleichgewichtslage nicht bewegt werden.

Die beschriebenen Ausführungen beziehen sich jeweils auf ein sogenanntes Doppelsitzventil, jedoch ist die Erfindung selbstverständlich auch auf einfachsaltende Ventile mit nur einem Ventilsitz anwendbar.

Die Erfindung ist auch nicht nur bei den hier als bevorzugtes Einsatzgebiet beschriebenen Common-Rail-Injektoren anwendbar, sondern auch in anderen Umfeldern, wie z.B. bei Pumpen, einsetzbar, wo ein Niederdruckbereich von einem Hochdruckbereich zu trennen ist.

5

10 Ansprüche

1. Ventil zum Steuern von Flüssigkeiten, mit einem in einem Ventilkörper (5) axial bewegbaren Ventilglied (3), mit einer als hydraulische Übersetzung arbeitenden Hydraulikkammer (12), und mit einer Befülleinrichtung (15) zum Ausgleich von Leckageverlusten, welche mit einem Hochdruckbereich (14) und einem Niederdruckbereich (13) des Ventils verbunden ist und einen Drosselkörper (18) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (18) in Abhängigkeit von einem im Niederdruckbereich (13) herrschenden Druck derart beweglich ist, daß eine Befüllung der Hydraulikkammer (12) mit Flüssigkeit erfolgt.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Befülleinrichtung (15) wenigstens eine erste Bohrung (16) und eine zweite Bohrung (17) umfaßt, welche einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen, und daß der Drosselkörper (18) durch Druckänderungen in den Bohrungen (16, 17) in diesen axial bewegbar angeordnet ist.

30

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (18) ein Ventilstellglied (19) ist, welches im Bereich der ersten Bohrung (16) im wesentlichen einen größeren Durchmesser (d1) und im Bereich der zweiten Bohrung (17) im wesentlichen einen kleineren Durchmesser (d2) aufweist, und daß im Bereich der Durchmesseränderungen der Bohrungen (16, 17) ein Dichtsitz (20) zwischen der Wand der Bohrungen (16, 17) und dem Ventilstellglied (19) ausgebildet ist.
- 10
4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in die zweite Bohrung (17) ein Verbindungskanal (28) mündet, der die zweite Bohrung (17) mit dem Hochdruckbereich (14) verbindet, daß der Durchmesser des Ventilstellglieds (19) im Bereich der zweiten Bohrung (17) zumindest abschnittsweise verringert ist, so daß ein Hochdruckraum (30) gebildet wird, und daß der Durchmesser des Ventilstellglieds (19) im Bereich der ersten Bohrung (16) zumindest abschnittsweise verringert ist, so daß ein Niederdruckraum (23) gebildet wird, der über einen Verbindungskanal (21) mit der Hydraulikkammer (12) in Verbindung steht, und daß der Niederdruckraum (23) über den Dichtsitz (20) mit Flüssigkeit aus dem Hochdruckraum (34) befüllbar ist.
- 15
- 20
- 25
5. Ventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine im Mündungsbereich des Verbindungskanals (28) in die zweite Bohrung (17) vorgesehene Ringnut (27) und die Ringkammer (30) über einen das Ventilstellglied (19) in der zweiten Bohrung (17) umgebenden Leckspalt (31) miteinander verbunden sind.
- 30

6. Ventil nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Bohrung (17) ein Leckagesammelraum (24) vorgesehen ist, der durch ein unteres Ende des Ventilstellgliedes (19) begrenzt ist.
- 5
7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Leckagesammelraum (24) einen Auslaß (26) aufweist, welcher mit einer Drossel (25) ausgerüstet ist.
- 10
8. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkörper (18) zumindest einen ersten Kolben (32) und einen zweiten Kolben (33) aufweist, wobei der erste Kolben (32) mit einem größeren Durchmesser in der ersten Bohrung (16) und der zweite Kolben (33) mit einem kleineren Durchmesser in der zweiten Bohrung (17) axial bewegbar angeordnet ist.
- 15
9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an dem dem ersten Kolben (32) abgewandten Ende des zweiten Kolbens (33) ein Hochdruckraum (34) vorgesehen ist und daß an dem dem zweiten Kolben (33) abgewandten Ende des ersten Kolbens (32) ein Niederdruckraum (23) vorgesehen ist, der über zumindest einen Verbindungskanal (35, 36) mit der Hydraulikkammer (12) in Verbindung steht.
- 20
- 25
10. Ventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungskanal (36) in die zweite Bohrung (17) mündet, wobei der in der zweiten Bohrung (17) angeordnete Kolben (33) den Mündungsbereich im wesentlichen abdeckt und zumindest ein den zweiten Kolben (33) in der Bohrung (17)
- 30

umgebender Leckspalt (39) gegeben ist.

- 5 11. Ventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Leckspalt (39) strömungsmäßig den Hochdruckraum (34) mit dem Niederdruckraum (23) verbindet.
- 10 12. Ventil nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Bohrung (16) ein Leckagesammelraum (37) vorgesehen ist, welcher durch die beiden Kolben (32, 33) begrenzt ist und einen Auslaß (38) aufweist.
- 15 13. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Betätigung des Ventils eine piezoelektrische Einheit (4) vorgesehen ist.
- 20 14. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch seine Verwendung als Bestandteil eines Kraftstoff-einspritzventils (1) für Brennkraftmaschinen, insbesondere eines Common-Rail-Injektors.

1 / 3

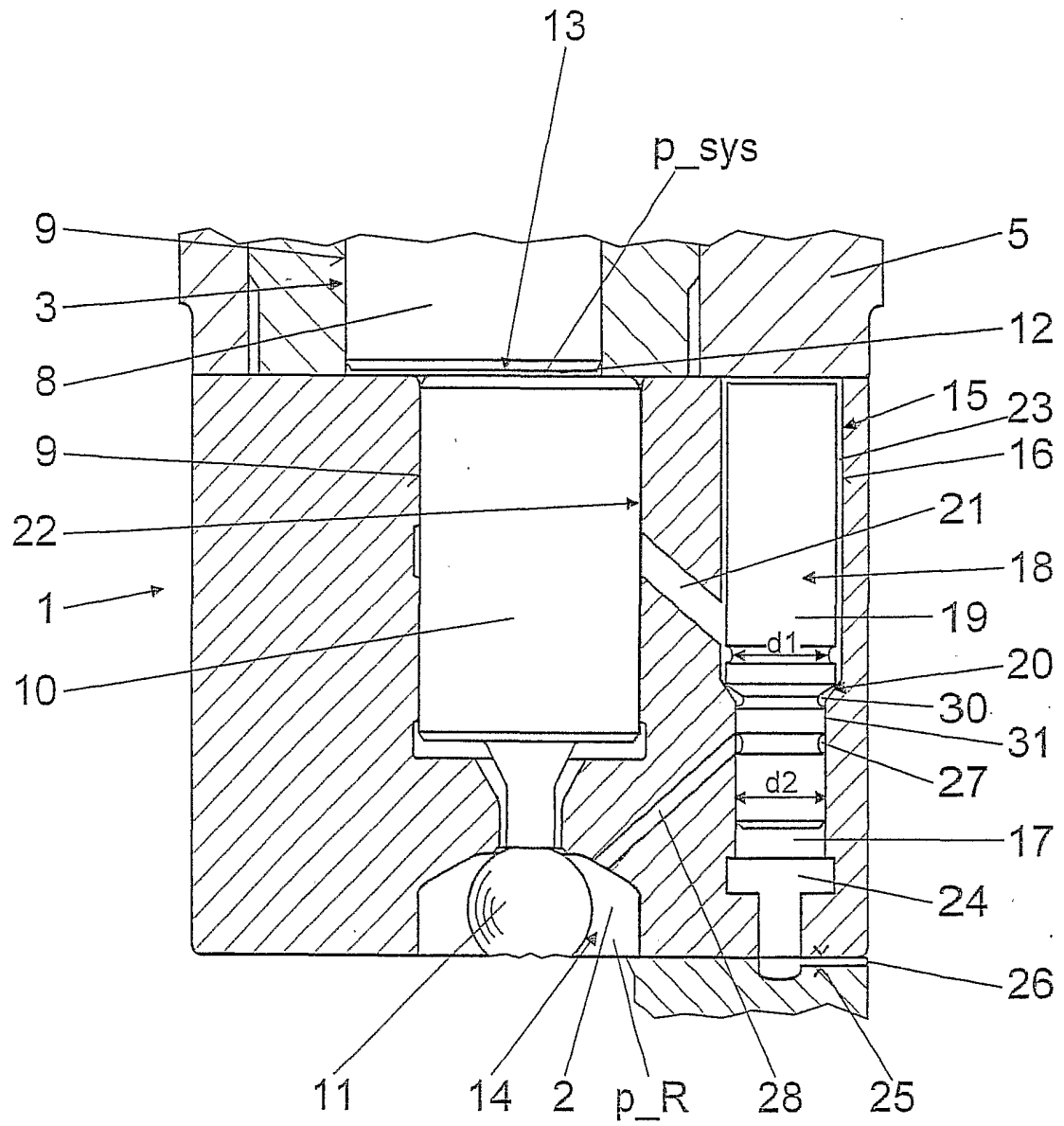


Fig. 1

2 / 3

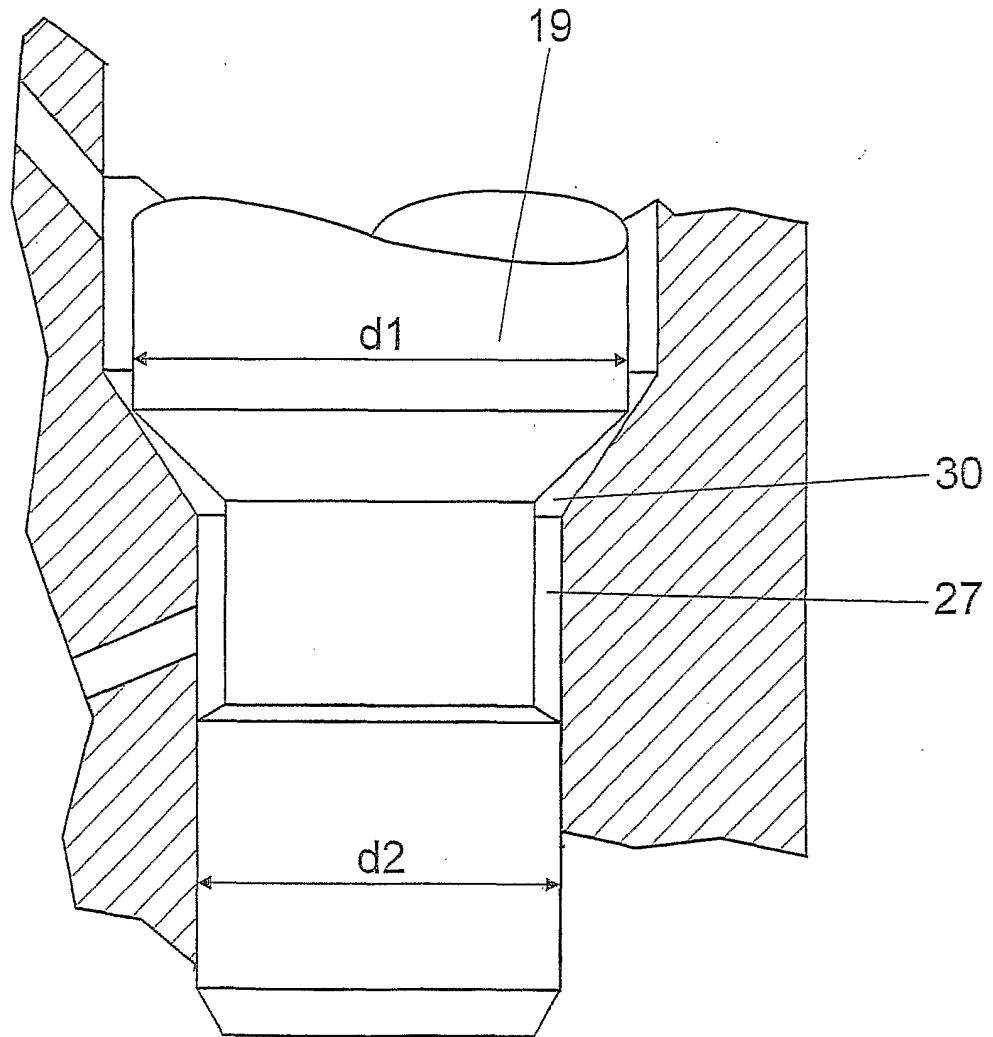


Fig. 2

3 / 3

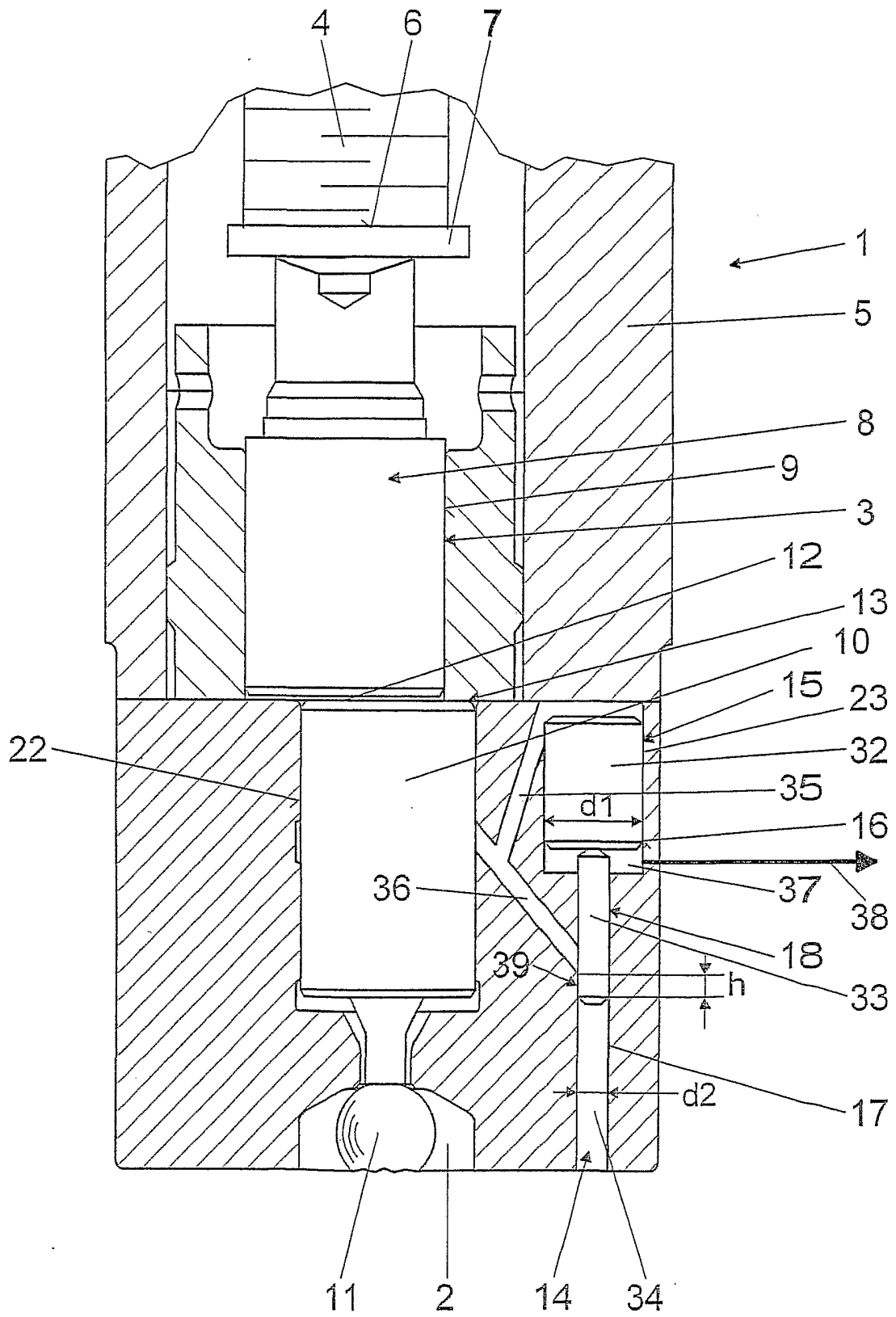


Fig. 3