



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.12.2007 Patentblatt 2007/50**

(51) Int Cl.:  
**F02M 51/06 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07106974.4**

(22) Anmeldetag: **26.04.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

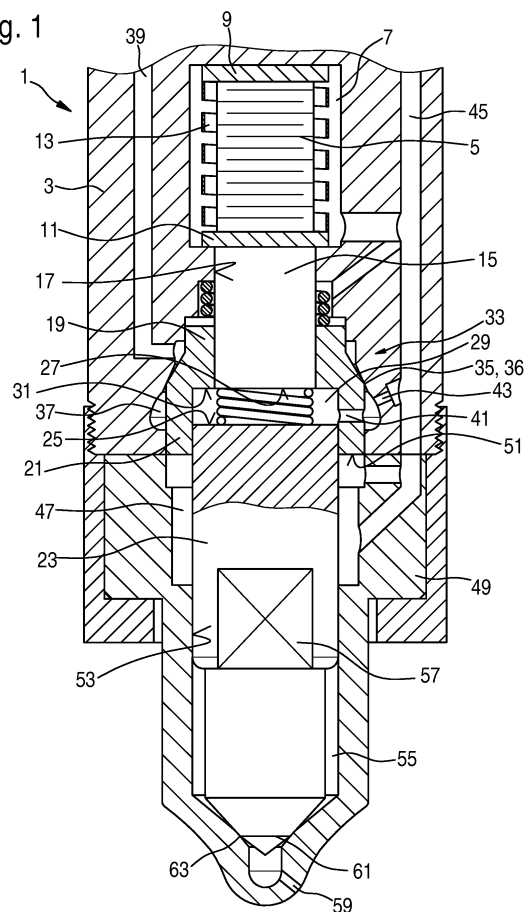
(72) Erfinder: **Boecking, Friedrich**  
**70499, Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **07.06.2006 DE 102006026400**

(54) **Kraftstoffinjektor mit Servounterstützung**

(57) Die Erfindung betrifft einen Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Injektor (1) mittels eines Aktors (5) betätigt wird und mit einem Kraftstoffzulauf (45) verbunden ist, über den unter Systemdruck stehender Kraftstoff zugeführt wird, und bei dem mindestens eine Einspritzöffnung (59) durch ein Einspritzventilglied (23) freigebbar oder verschließbar ist. Das Einspritzventilglied (23) wird mittels eines Übersetzerkolbens (19) angesteuert. Am Übersetzerkolben (19) ist ein hülsenförmiger Abschnitt (21) ausgebildet, in dem das Einspritzventilglied (23) geführt ist und der mit einer Stirnfläche (25) des Einspritzventilgliedes (23) einen Steuerraum (29) begrenzt. Der Übersetzerkolben (19) ist ein Ventilkolben eines Servoventiles (33).

Fig. 1



## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung geht aus von einem Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus DE-A 10 2004 015 744 ist ein Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine bekannt, der ein Injektorgehäuse aufweist, das einen Kraftstoffzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem in Abhängigkeit von der Stellung eines Steuerventils mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff eingespritzt wird. Das Steuerventil wird mittels eines Piezoaktors betätigt. Um einen ausreichend großen Hubweg für das Steuerventil zu erzielen, ist zwischen dem Steuerventil und dem Piezoaktor ein Kopplungsraum ausgebildet. Dieser wirkt als hydraulischer Übersetzer auf den Ventilkolben des Steuerventils.

**[0003]** Nachteil der aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren, die mit einem Piezoaktor betätigt werden, ist, dass der Piezoaktor sehr lang sein muss, um einen ausreichend großen Weg des Ventilkolbens des Steuerventils zu erzielen. Dies führt zu einer großen Baulänge des Kraftstoffinjektors.

### Offenbarung der Erfindung

### Vorteile der Erfindung

**[0004]** Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine wird mittels eines Aktors betätigt und ist mit einem Kraftstoffzulauf verbunden, über den unter Systemdruck stehender Kraftstoff zugeführt wird. Bei dem Injektor ist mindestens eine Einspritzöffnung durch ein Einspritzventilglied freigebbar oder verschließbar, wobei das Einspritzventilglied mittels eines Übersetzerkolbens angesteuert wird. Erfindungsgemäß ist am Übersetzerkolben ein hülsenförmiger Abschnitt ausgebildet, in dem das Einspritzventilglied geführt ist, und der mit einer Stirnfläche des Einspritzventilgliedes einen Steuerraum begrenzt. Erfindungsgemäß ist der Übersetzerkolben ein Ventilkolben eines Servoventils.

**[0005]** Der Aktor ist vorzugsweise ein Piezoaktor. Es ist aber auch jeder weitere Aktor einsetzbar, der sich bei Stromzufuhr ausdehnt und bei Beendigung der Bestromung zusammenzieht.

**[0006]** Am Übersetzerkolben ist vorzugsweise eine Dichtkante ausgebildet, die in einem Ventilsitz stellbar ist. Hierdurch kann eine Verbindung aus einem Ventilraum in einen Kraftstoffrücklauf freigegeben oder verschlossen werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist

der Steuerraum mit dem Ventilraum hydraulisch verbunden. Hierdurch wird es ermöglicht, dass bei geöffnetem Servoventil der unter Druck stehende Kraftstoff aus dem Steuerraum in den Kraftstoffrücklauf abströmt und der Druck im Steuerraum fällt. Hierdurch sinkt der Druck im Steuerraum und das Einspritzventilglied öffnet.

**[0007]** In einer Ausführungsform ist im Übersetzerkolben auf der dem Einspritzventilglied gegenüberliegenden Seite eine Bohrung ausgebildet, in der ein Druckkolben geführt ist. Der Druckkolben ist mit dem Aktor verbunden. Eine Stirnfläche des Druckkolbens begrenzt den Steuerraum. Sobald die Bestromung des Aktors beendet wird, bewegt sich der Druckkolben mit seiner Stirnfläche aus dem Steuerraum. Das Volumen des Steuerraumes vergrößert sich. Hierdurch sinkt der Druck im Steuerraum ab, und das Einspritzventilglied bewegt sich in den Steuerraum hinein, wodurch es aus seinem Sitz gehoben wird und die mindestens eine Einspritzöffnung freigibt. Der Einspritzvorgang beginnt.

**[0008]** Erfindungsgemäß ist die Stirnfläche des Druckkolbens bei dieser Ausführungsform von einer Schulter am Übersetzerkolben umschlossen. Sobald sich der Druckkolben aus dem Steuerraum bewegt und somit der Druck im Steuerraum sinkt, wirkt auch auf die Schulter am Übersetzerkolben eine geringere Druckkraft, so dass der Übersetzerkolben in Richtung des Steuerraumes bewegt wird. Hieraus resultiert eine Bewegung des Übersetzerkolbens, die der Bewegung des Druckkolbens entgegengerichtet ist. Durch die Bewegung des Übersetzerkolbens wird die Dichtkante am Übersetzerkolben aus dem Ventilsitz gehoben, so dass die Verbindung vom Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf freigegeben ist. Der unter Systemdruck stehende Kraftstoff strömt über den Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf, wodurch der Druck im Steuerraum weiter sinkt. Hieraus resultiert eine schnellere Öffnungsbewegung des Einspritzventilgliedes. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass der Druckkolben nur so weit bewegt werden muss, bis sich der Übersetzerkolben mit der Dichtfläche aus seinem Ventilsitz hebt. Sobald die Verbindung vom Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf freigegeben ist, sinkt der Druck im Steuerraum durch den ablaufenden Kraftstoff, und das Einspritzventilglied hebt sich weiter aus seinem Sitz. Aus diesem Grund ist ein kurzer Piezoaktor ausreichend. Anders als bei den aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektoren ist es nicht erforderlich, einen Piezoaktor einzusetzen, der so lang gebaut ist, dass mit diesem ein so großer Hub ausgeführt wird, wie er zum Öffnen des Einspritzventilgliedes erforderlich ist.

**[0009]** Ein weiterer Vorteil ist, dass durch den aus dem Steuerraum ausströmenden Kraftstoff der Druck im Steuerraum sehr schnell sinkt und damit ein schnelles Öffnen des Einspritzventilgliedes ermöglicht wird.

**[0010]** Um auch ein schnelles Schließen der mindestens einen Einspritzöffnung zu erzielen, indem das Einspritzventilglied schnell in seinen Sitz gestellt wird, ist der Ventilraum vorzugsweise mit dem Kraftstoffzulauf hydraulisch verbunden. Sobald der Aktor bestromt wird,

dehnt dieser sich aus und der Druckkolben wird in Richtung des Steuerraums bewegt. Hierdurch nimmt das Volumen im Steuerraum ab, und die auf die Schulter des Übersetzerkolbens wirkende Druckkraft steigt. Der Übersetzerkolben wird mit seiner Dichtkante in den Ventilsitz gestellt und verschließt so die Verbindung vom Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf. Sobald die Verbindung vom Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf verschlossen ist, strömt Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf über den Ventilraum in den Steuerraum. Hierdurch steigt der Druck im Steuerraum weiter an, und die Bewegung des Einspritzventilgliedes in den Sitz zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung wird beschleunigt.

**[0011]** In einer zweiten Ausführungsform begrenzen eine Stirnfläche des hülsenförmigen Abschnitts am Übersetzerkolben, in dem das Einspritzventilglied geführt ist, und eine am Einspritzventilglied ausgebildete Schulter einen zweiten Steuerraum derart, dass bei einer Bewegung des Übersetzerkolbens in eine Richtung das Einspritzventilglied in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird. Hierdurch ist es möglich, die Bewegung des Einspritzventilgliedes von der des Druckkolbens zu entkoppeln. Eine Bewegung des Druckkolbens verursacht eine Bewegung des Übersetzerkolbens und eine Bewegung des Übersetzerkolbens wiederum eine Bewegung des Einspritzventilgliedes. Da die Bewegung des Druckkolbens nicht mit der Bewegung des Einspritzventilgliedes gekoppelt ist, wird anders als in der ersten Ausführungsform die Bewegung des Druckkolbens vollständig in die Bewegung des Übersetzerkolbens übersetzt.

**[0012]** Erfindungsgemäß ist bei der zweiten Ausführungsform am Übersetzerkolben ein zweiter hülsenförmiger Abschnitt unter Bildung eines Federraumes ausgebildet, in dem der Druckkolben geführt ist. Der zweite hülsenförmige Abschnitt des Übersetzerkolbens und eine Schulter am Druckkolben begrenzen einen dritten Steuerraum derart, dass bei einer Bewegung des Druckkolbens in die eine Richtung der Übersetzerkolben in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird. So wird durch eine Bewegung der Schulter am Druckkolben in den dritten Steuerraum der Druck im dritten Steuerraum erhöht. Hierdurch wirkt eine größere Druckkraft auf die Stirnfläche des zweiten hülsenförmigen Abschnittes, die ebenfalls den Übersetzerraum begrenzt. Aufgrund der erhöhten Druckkraft auf die Stirnfläche des zweiten hülsenförmigen Abschnittes wird dieser aus dem Übersetzerraum bewegt. Entsprechend wird bei einer Bestromung und damit einer Ausdehnung des Aktors die Schulter des Druckkolbens aus dem dritten Steuerraum bewegt, wodurch sich das Volumen im dritten Steuerraum vergrößert. Hierdurch sinkt der Druck im dritten Steuerraum, wodurch eine geringere Druckkraft auf die Stirnfläche am zweiten hülsenförmigen Abschnitt am Übersetzerkolben wirkt. Der Übersetzerkolben wird in Richtung des Steuerraumes bewegt. Hierdurch wird der Übersetzerkolben mit seiner Dichtkante in den Ventilsitz gestellt und die Verbindung vom Ventilraum in den Kraftstoffrücklauf verschlossen.

**[0013]** Damit im Federraum keine Druckkraft auf den Druckkolben und den Übersetzerkolben wirkt, ist dieser in einer bevorzugten Ausführungsform mit dem Kraftstoffrücklauf verbunden.

**[0014]** In einer weiteren Ausführungsform ist der Übersetzerkolben zweiteilig ausgebildet. Hierbei ist zwischen dem ersten Teil des Übersetzerkolbens und dem zweiten Teil des Übersetzerkolbens ein hydraulischer Kopplungsraum ausgebildet. Der Druckkolben ist im ersten Teil des Übersetzerkolbens geführt und das Einspritzventilglied im zweiten Teil des Übersetzerkolbens. Der erste Teil des Übersetzerkolbens ist gleichzeitig das Ventilglied des Servoventils. Durch den hydraulischen Kopplungsraum ist es möglich, abhängig vom Durchmesser des ersten Teils und des zweiten Teils des Druckübersetzerkolbens die beiden Teile mit einem unterschiedlichen Hub zu bewegen. Wenn zum Beispiel die Querschnittsfläche des ersten Teils, die den hydraulischen Kopplungsraum begrenzt, größer ist als die Fläche des zweiten Teils, die den hydraulischen Kopplungsraum begrenzt, ist der Hub des zweiten Teils größer als der Hub des ersten Teils.

**[0015]** Hierdurch kann bereits bei kleinem Hub des ersten Teils ein großer Hub des zweiten Teils erreicht werden, so dass ein entsprechend kurzer Piezoaktor eingesetzt werden kann. Hierdurch lässt sich die Gesamtlänge des Kraftstoffinjektors weiter reduzieren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0016]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0017]** Es zeigen

Figur 1 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer ersten Ausführungsform,

Figur 2 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer zweiten Ausführungsform,

Figur 3 einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer dritten Ausführungsform.

Ausführungsformen der Erfindung

**[0018]** In Figur 1 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor in einer ersten Ausführungsform dargestellt.

**[0019]** Ein erfindungsgemäß ausgebildeter Kraftstoffinjektor 1 umfasst ein oberes Gehäuseteil 3, in welchem ein Aktor 5 aufgenommen ist. Hierzu ist im oberen Gehäuseteil 3 ein Aktorraum 7 ausgebildet. Der Aktor 5 ist zwischen einer oberen Halterung 9 und einer unteren Halterung 11 eingespannt. Die notwendige Vorspannung wird dadurch erzielt, dass die obere Halterung 9 und die untere Halterung 11 mit einem Federelement 13 verbunden sind. Das Federelement 13 ist vorzugsweise eine

als Rohrfeder ausgebildete Zugfeder. Die untere Halterung 11 ist mit einem Druckkolben 15 verbunden. Hieraus resultiert, dass der Druckkolben 15 sich mit dem Hub des Aktors 5 bewegt. Mit der dem Aktor 5 abgewandten Seite ist der Druckkolben 15 in einer als Führung dienenden Bohrung 17 eines Übersetzerkolbens 19 geführt. Am Übersetzerkolben 19 ist ein hülsenförmiger Abschnitt 21 ausgebildet, der ein Einspritzventilglied 23 umschließt. Durch den hülsenförmigen Abschnitt 21 und eine Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 23 sowie eine Stirnfläche 27 des Druckkolbens 15 wird ein Steuerraum 29 begrenzt. Die Stirnfläche 27 des Druckkolbens 15 ist von einer Schulter 31 am Übersetzerkolben 19 umschlossen. Die Schulter 31 und die Stirnfläche 27 des Druckkolbens 15 weisen in die gleiche Richtung.

**[0020]** Der Übersetzerkolben 19 dient gleichzeitig als Ventilkolben eines Servoventils 33. Hierzu ist am Übersetzerkolben 19 eine Dichtkante 35 ausgebildet. Die Dichtkante 35 kann in einen Ventilsitz 36 gestellt werden. Hierdurch ist eine Verbindung von einem Ventilraum 37, der den hülsenförmigen Abschnitt 21 des Übersetzerkolbens 19 umschließt, in einen Kraftstoffrücklauf 39 freigebbar oder verschließbar. Über ein Drosselement 41 ist der Steuerraum 29 mit dem Ventilraum 37 hydraulisch verbunden. Bei geöffnetem Servoventil 33 kann so Kraftstoff aus dem Steuerraum 29 über das Drosselement 41 in den Ventilraum 37 und von dort in den Kraftstoffrücklauf 39 strömen.

**[0021]** Der Ventilraum 37 ist über eine Zulaufdrossel 43 mit einem Kraftstoffzulauf 45 verbunden. Sobald das Servoventil 33 verschlossen ist, indem die Dichtkante 35 des Übersetzerkolbens 19 im Ventilsitz 36 steht, kann Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 45 über die Zulaufdrossel 43 und das Drosselement 41 in den Steuerraum 29 strömen. Der Kraftstoffzulauf 45 ist im Allgemeinen mit einem Hochdruckspeicher eines Common-Rail-Systems verbunden.

**[0022]** Der Kraftstoffzulauf 45 ist weiterhin mit einem Ringraum 47 verbunden, der in einem unteren Gehäuse 49 ausgebildet ist und von einer Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnittes 21 des Übersetzerkolbens 19 begrenzt wird. Der Ringraum 47 umschließt das Einspritzventilglied 23. Im unteren Gehäuse 49 ist weiterhin eine Führung 53 ausgebildet, in der das Einspritzventilglied 23 geführt ist. Damit Kraftstoff aus dem Ringraum 47 in einen Düsenraum 55 strömen kann, sind am Einspritzventilglied 23 im Bereich der Führung 53 Freiflächen 57 ausgebildet. Im Bereich der Freiflächen 57 kann so der Kraftstoff aus dem Ringraum 47 in den Düsenraum 55 strömen.

**[0023]** Im unteren Gehäuse 49 ist weiterhin mindestens eine Einspritzöffnung 59 ausgebildet. Durch das Einspritzventilglied 23 kann eine Verbindung vom Düsenraum 55 zur Einspritzöffnung 59 freigegeben oder verschlossen werden. Hierzu ist am Einspritzventilglied 23 eine Dichtkante 61 ausgebildet, die in einen Sitz 63 gestellt werden kann. Wenn die Dichtkante 61 in den Sitz 63 gestellt ist, ist die Verbindung vom Düsenraum 55 zu

der mindestens einen Einspritzöffnung 59 verschlossen. Sobald die Dichtkante 61 aus dem Sitz 63 gehoben ist, ist die Verbindung vom Düsenraum 55 zu der mindestens einen Einspritzöffnung 59 freigegeben und Kraftstoff wird in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine eingespritzt.

**[0024]** Bei geschlossener Einspritzöffnung 59 ist der Aktor 5, vorzugsweise ein Piezoaktor, bestromt und damit ausgedehnt. Um den Einspritzvorgang zu starten, wird die Bestromung des Aktors 5 beendet. Hierdurch zieht sich der Aktor 5 zusammen. Der Druckkolben 15, der mit der unteren Halterung 11 des Aktors 5 verbunden ist, wird in Richtung des Aktors 5 bewegt. Hierdurch hebt sich die Stirnfläche 27 des Druckkolbens 15 aus dem Steuerraum 29. Das Volumen im Steuerraum 29 wird vergrößert. Dies führt dazu, dass sowohl auf die Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 23 als auch auf die Schulter 31 am Übersetzerkolben 19 eine geringere Druckkraft wirkt. Der Übersetzerkolben 19 und das Einspritzventilglied 23 werden in den Steuerraum 29 bewegt. Dies führt dazu, dass sich der Übersetzerkolben 19 in entgegengesetzter Richtung zum Druckkolben 15 bewegt. Das Einspritzventilglied 23 bewegt sich in die gleiche Richtung wie der Druckkolben 15. Durch die Bewegung des Übersetzerkolbens 19 hebt sich gleichzeitig die Dichtkante 35 aus dem Ventilsitz 36. Hierdurch wird die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 39 freigegeben. Hierdurch strömt Kraftstoff, der einen höheren Druck aufweist als der Rücklaufdruck, aus dem Steuerraum 29 über das Drosselement 41 in den Ventilraum 37 und von dort in den Kraftstoffrücklauf 39. Der Druck im Steuerraum 29 nimmt weiter ab. Die Bewegung des Einspritzventilgliedes 23 in den Steuerraum 29 hinein wird beschleunigt. Ein schnelles Öffnen der mindestens einen Einspritzöffnung 59 durch Heben der Dichtkante 61 des Einspritzventilgliedes 23 aus dem Sitz 63 wird erzielt.

**[0025]** Um den Einspritzvorgang wieder zu beenden, wird der Aktor 5 wieder bestromt. Der Aktor 5 dehnt sich aus. Hierdurch bewegt sich der Druckkolben 15 in den Steuerraum 29 hinein. Das Volumen im Steuerraum 29 nimmt ab. Dies führt dazu, dass der Druck im Steuerraum 29 ansteigt. Das Drosselement 41 ist so auszulegen, dass zunächst ein Druckanstieg im Steuerraum 29 erfolgt und nicht der gesamte Kraftstoff aufgrund des erhöhten Druckes in den Kraftstoffrücklauf 39 strömt. Der erhöhte Druck im Steuerraum 29 führt dazu, dass eine größere Druckkraft auf die Schulter 31 des Übersetzerkolbens 19 wirkt. Der Übersetzerkolben 19 wird in entgegengesetzter Richtung zum Druckkolben 15 bewegt, wodurch die Dichtkante 35 am Übersetzerkolben 19 in den Ventilsitz 36 gestellt wird. Die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 39 wird verschlossen. Gleichzeitig führt der erhöhte Druck im Steuerraum 29 dazu, dass auch auf die Stirnfläche 25 am Einspritzventil 23 eine erhöhte Druckkraft wirkt und das Einspritzventil sich in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 59 bewegt. Sobald die Dichtkante 35 im Ventilsitz 36 steht und

die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 39 verschlossen ist, strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 35 über die Zulaufdrossel 43 in den Ventilraum 37 und von dort über das Drosselement 41 in den Steuerraum 29. Im Steuerraum 29 erfolgt ein weiterer Druckaufbau. Hierdurch wirkt eine weiter erhöhte Druckkraft auf die Stirnfläche 25 des Einspritzventilgliedes 23. Das Einspritzventilglied 23 wird in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 59 bewegt und stellt sich mit der Dichtkante 61 in den Sitz 63. Hierdurch wird die Verbindung vom Düsenraum 55 zu der mindestens einen Einspritzöffnung 59 verschlossen. Der Einspritzvorgang ist beendet.

**[0026]** Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer zweiten Ausführungsform.

**[0027]** Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist am Einspritzventilglied 23 eine Erweiterung 71 ausgebildet, welche im hülsenförmigen Abschnitt 21 des Übersetzerkolbens 19 geführt ist. Durch die Erweiterung 71 ist am Einspritzventilglied 23 eine Schulter 73 ausgebildet, die zusammen mit der das Einspritzventilglied 23 umschließenden Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnittes 21 des Übersetzerkolbens 19 einen zweiten Steuerraum 75 begrenzt. Die Schulter 73 des Einspritzventilgliedes 23 und die Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnittes 21 weisen dabei in die gleiche Richtung. Dies führt dazu, dass bei einer Bewegung des Übersetzerkolbens 19 mit der Stirnfläche 51 in den zweiten Steuerraum 75 das Volumen im Steuerraum 75 verkleinert wird und damit der Druck in diesem ansteigt. Die hierdurch erzeugte höhere Druckkraft wirkt auf die Schulter 73 des Einspritzventilgliedes 23 und bewegt diese in den Steuerraum 29 im Übersetzerkolben 19 hinein. Das Einspritzventilglied 23 hebt sich mit der Dichtkante 61 aus dem Sitz 63. Bei einer Bewegung des Übersetzerkolbens 19 aus dem Steuerraum 75 vergrößert sich dessen Volumen, die Druckkraft auf die Schulter 73 am Einspritzventilglied 23 nimmt ab, und das Einspritzventilglied 23 wird erneut mit der Dichtkante 61 in den Sitz 63 gestellt.

**[0028]** Auf der dem hülsenförmigen Abschnitt 21 gegenüberliegenden Seite ist ein zweiter hülsenförmiger Abschnitt 77 ausgebildet. Im zweiten hülsenförmigen Abschnitt 77 ist der Druckkolben 15 mit einer Erweiterung 79 geführt. Durch die Erweiterung 79 und den zweiten hülsenförmigen Abschnitt 77 wird ein Federraum 81 begrenzt. Der Federraum 81 ist über Bohrungen 83 im zweiten hülsenförmigen Abschnitt 77 mit dem Kraftstoffrücklauf 39 verbunden. Hierdurch ist der Federraum 81 druckentlastet. Im Federraum 81 ist ein Federelement 85 aufgenommen, welches auf die Erweiterung 79 am Druckkolben 15 wirkt. Das Federelement 85 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder.

**[0029]** Durch die Erweiterung 79 ist am Druckkolben 15 eine Schulter 87 ausgebildet. Die Schulter 87 begrenzt zusammen mit einer Stirnfläche 89 des zweiten hülsenförmigen Abschnittes 77, die diese umschließt, einen dritten Steuerraum 91. Die Schulter 87 des Druck-

kolbens 15 und die Stirnfläche 89 der hülsenförmigen Erweiterung 77 sind dabei auf der gleichen Seite des dritten Steuerraumes 91 angeordnet. Dies führt dazu, dass sich bei einer Bewegung des Druckkolbens 15 in die eine Richtung der Übersetzerkolben 19 in die entgegengesetzte Richtung bewegt.

**[0030]** Auch bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist die mindestens eine Einspritzöffnung 59 verschlossen, solange der Aktor 5 bestromt und damit ausgedehnt ist. Um den Einspritzvorgang zu starten, wird die Bestromung des Aktors 5 beendet. Der Aktor 5 zieht sich zusammen. Hierdurch wird der mit dem Aktor 5 fest verbundene Druckkolben 15 in Richtung des Aktors 5 bewegt. Die Schulter 87 des Druckkolbens 15 bewegt sich in den dritten Steuerraum 91 hinein. Das Volumen im dritten Steuerraum 91 wird verkleinert. Hierdurch steigt der Druck im dritten Steuerraum 91 an. Auf die Stirnfläche 89 des zweiten hülsenförmigen Abschnittes 77 am Übersetzerkolben 19 wirkt eine erhöhte Druckkraft. Der Übersetzerkolben 19 wird aus dem dritten Steuerraum 91 in Richtung des Einspritzventiles bewegt. Durch die Bewegung des Übersetzerkolbens 19 wird die Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnittes 21 in den zweiten Steuerraum 75 bewegt. Der Druck im zweiten Steuerraum 75 steigt an. Hierdurch wirkt eine größere Druckkraft auf die Schulter 73 am Einspritzventilglied 23. Das Einspritzventilglied 23 wird aus dem zweiten Steuerraum 75 in Richtung des Aktors bewegt. Die Dichtkante 61 des Einspritzventilgliedes 23 hebt sich aus dem Sitz 63. Eine Verbindung vom Düsenraum 55 zur mindestens einen Einspritzöffnung 59 wird freigegeben. Der Einspritzvorgang beginnt. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des Übersetzerkolbens 19 die Dichtkante 35 aus dem Ventil Sitz 36 gehoben. Eine Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 39 wird freigegeben. Über das Drosselement 41 strömt Kraftstoff aus dem Steuerraum 29 in den Ventilraum 37 und von dort in den Kraftstoffrücklauf 39. Der Druck im Steuerraum 29 sinkt und die Bewegung des Einspritzventilgliedes 23 in den Steuerraum 29 hinein wird beschleunigt. Hierdurch wird ein schnelles Öffnen der Einspritzöffnung 59 erzielt.

**[0031]** Um den Einspritzvorgang zu beenden, wird der Aktor 5 wieder bestromt. Der Aktor 5 dehnt sich aus und der mit dem Aktor verbundene Druckkolben 15 wird in den Federraum 81 bewegt. Gleichzeitig wird die Schulter 87 aus dem dritten Steuerraum 91 bewegt und das Volumen im dritten Steuerraum 91 nimmt zu. Der Druck im dritten Steuerraum 91 nimmt dadurch ab. Somit wirkt eine geringe Druckkraft auf die Stirnfläche 89 an der zweiten hülsenförmigen Erweiterung 77 des Übersetzerkolbens 19. Der Übersetzerkolben 19 wird in den dritten Steuerraum 91 hinein bewegt. Durch die Bewegung des Übersetzerkolbens 19 hebt sich die Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnittes 21 aus dem zweiten Steuerraum 75. Das Volumen des zweiten Steuerraumes 75 nimmt zu und der Druck in diesem sinkt. Auf die Schulter 73 am Einspritzventilglied 23 wirkt eine geringere Druckkraft, so dass das Einspritzventilglied 23 in Richtung der

mindestens einen Einspritzöffnung 59 bewegt wird. Die Dichtkante 61 wird in den Sitz 63 gestellt. Unterstützt wird die Bewegung des Einspritzventilglieds 23 durch ein Federelement 93, welches im Steuerraum 29 aufgenommen ist und auf die Erweiterung 71 am Einspritzventilglied 23 wirkt. Das Federelement 93 ist vorzugsweise eine als Druckfeder ausgebildete Spiralfeder.

**[0032]** Gleichzeitig wird durch die Bewegung des Übersetzerkolbens 19 die Dichtkante 35 am Übersetzerkolben 19 wieder in den Sitz 36 gestellt. Die Verbindung vom Ventilraum 37 in den Kraftstoffrücklauf 39 wird verschlossen. Über die Zulaufdrossel 43 strömt Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 45 in den Ventilraum 37. Weiterhin strömt der Kraftstoff über das Drosselement 41 in den Steuerraum 29. Durch den einströmenden, unter Systemdruck stehenden Kraftstoff nimmt der Druck im Steuerraum 29 schneller zu. Die Bewegung des Einspritzventilglieds 23 wird beschleunigt.

**[0033]** Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffinjektor in einer dritten Ausführungsform.

**[0034]** Im Unterschied zu der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform umfasst der in Figur 3 dargestellte Kraftstoffinjektor 1 einen Übersetzerkolben 19, der zweiteilig ausgeführt ist. Im ersten Teil 101 des Übersetzerkolbens 19 ist der zweite hülsenförmige Abschnitt 77 ausgeführt, in welchem der Druckkolben 15 mit der Erweiterung 79 geführt ist. Auch ist die Dichtkante 35 des Servoventils 33 am ersten Teil 101 des Übersetzerkolbens 19 ausgebildet. Der zweite Teil 103 umfasst den hülsenförmigen Abschnitt 21, in dem die Erweiterung 71 des Einspritzventilglieds 23 geführt ist. Der erste Teil 101 und der zweite Teil 103 des Übersetzerkolbens 19 sind über einen Kopplungsraum 105 hydraulisch miteinander gekoppelt. Hierzu wird der Kopplungsraum 105 auf einer Seite durch eine Stirnfläche 107 des ersten Teils 101 begrenzt. Auf der gegenüberliegenden Seite wird der Steuerraum 105 durch eine Stirnfläche 109 des zweiten Teils 103 begrenzt.

**[0035]** Da das Servoventil 33 in der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform am ersten Teil 101 des Übersetzerkolbens 19 ausgebildet ist, ist im oberen Gehäuseteil 3 ein Kanal 111 ausgebildet, welcher den Steuerraum 29 mit dem Drosselement 41 mit dem Ventilraum 37 verbindet.

**[0036]** Im Unterschied zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsformen mündet der Kraftstoffzulauf 45 bei der hier dargestellten Ausführungsform in den Aktorraum 7. Um den Ventilraum 37 über die Zulaufdrossel 35 und den Düsenraum 55 mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff versorgen zu können, ist ein Hochdruckkanal 113 mit dem Aktorraum 7 verbunden. Über den Hochdruckkanal 107 strömt unter Systemdruck stehender Kraftstoff zur Zulaufdrossel 43, die mit dem Ventilraum 37 verbunden ist, und in den Düsenraum 55. Alternativ wäre es jedoch auch möglich, den Kraftstoffzulauf, wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt, zu realisieren. Auch wäre es in den Figuren 1 und 2 möglich, den Kraftstoffzulauf in den Aktorraum 7 münden zu las-

sen und den Aktorraum 7 über eine Hochdruckleitung, wie sie in Figur 3 dargestellt ist, mit dem Düsenraum 55 bzw. dem Ringraum 47 zu verbinden, wobei aus dem Hochdruckkanal dann die Zulaufdrossel 43 abzweigt.

**[0037]** Die Funktion des in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektors entspricht im Wesentlichen der Funktion des in Figur 2 dargestellten Kraftstoffinjektors. Ein Unterschied besteht lediglich dahingehend, dass zunächst der erste Teil 101 des Übersetzerkolbens 19 bei Beendigung der Bestromung des Aktors 5 in den Kopplungsraum 105 bewegt wird. Hierdurch wird das Volumen im Kopplungsraum 105 verkleinert. Aufgrund des geringeren Volumens erhöht sich der Druck und eine größere Druckkraft wirkt auf die Stirnfläche 109 des zweiten Teils 103 des Übersetzerkolbens 19. Hierdurch bewegt sich der zweite Teil 103 des Übersetzerkolbens 19 aus dem Kopplungsraum 105 in Richtung des zweiten Steuer-raums 75. Die Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnitts 21 bewegt sich in den zweiten Steuerraum 75, wodurch dessen Volumen verkleinert wird. Der Druck im zweiten Steuerraum 75 steigt. Die auf die Schulter 73 wirkende Druckkraft nimmt zu und das Einspritzventilglied 23 wird mit der Dichtkante 61 aus dem Sitz 63 gehoben. Entsprechend wird bei einer erneuten Bestromung des Aktors 5 zunächst der Druckkolben 15 mit der Schulter 87 aus dem dritten Steuerraum 91 bewegt, wodurch der Druck darin abfällt. Der erste Teil 101 des Übersetzerkolbens 19 bewegt sich mit der Stirnfläche 89 des zweiten hülsenförmigen Abschnitts 77 in Richtung des dritten Steuer-raums 91. Hierdurch bewegt sich die Stirnfläche 107 des ersten Teils 101 des Übersetzerkolbens 19 aus dem Kopplungsraum 105, wodurch dessen Volumen vergrößert wird. Der Druck im Kopplungsraum 105 nimmt ab. Somit wirkt eine geringere Druckkraft auf die Stirnfläche 109 des zweiten Teils 103 des Übersetzerkolbens 19 und dieser wird in den Kopplungsraum 105 bewegt. Somit bewegt sich auch die Stirnfläche 51 des hülsenförmigen Abschnitts 21 aus dem zweiten Steuerraum 75 und vergrößert dessen Volumen. Der Druck im zweiten Steuerraum 75 nimmt ab und eine geringere Druckkraft wirkt auf die Schulter 73 des Einspritzventilglieds 23. Das Einspritzventilglied 23 bewegt sich mit der Dichtkante 61 in den Sitz 63. Vorteil des Kopplungs-raums 105 ist es, dass abhängig von der Querschnittsfläche der Stirnfläche 107 des ersten Teils 101 und der Stirnfläche 109 des zweiten Teils 103 ein unterschiedlicher Hub des ersten Teils 101 und des zweiten Teils 103 des Übersetzerkolbens 19 eingestellt werden kann. So ist das Verhältnis der Hübe des ersten Teils 101 und des zweiten Teils 103 des Übersetzerkolbens 19 umgekehrt proportional zum Verhältnis der Querschnittsflächen 107 des ersten Teils 101 und 109 des zweiten Teils 103 des Übersetzerkolbens 19. Das bedeutet, dass der Hub des Teils 101, 103, der eine kleinere Querschnittsfläche der Stirnfläche 107, 109 aufweist, größer ist als der Hub des Teils 101, 103 mit einer größeren Querschnittsfläche der Stirnfläche 107, 109.

## Patentansprüche

1. Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennräum einer Verbrennungskraftmaschine, wobei der Injektor (1) mittels eines Aktors (5) betätigt wird und mit einem Kraftstoffzulauf (45) verbunden ist, über den unter Systemdruck stehender Kraftstoff zugeführt wird, und bei dem mindestens eine Einspritzöffnung (59) durch ein Einspritzventilglied (23) freigebbar oder verschließbar ist, wobei das Einspritzventilglied (23) mittels eines Übersetzerkolbens (19) angesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Übersetzerkolben (19) ein hülsenförmiger Abschnitt (21) ausgebildet ist, in dem das Einspritzventilglied (23) geführt ist und der zusammen mit einer Stirnfläche (25) des Einspritzventilgliedes (23) einen Steuerraum (29) begrenzt, und dass der Übersetzerkolben (19) ein Ventilkolben eines Servoventils (33) ist. 5 10
2. Injektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Übersetzerkolben (19) eine Dichtkante (35) ausgebildet ist, die in einen Ventilsitz (36) stellbar ist, wodurch eine Verbindung aus einem Ventilraum (37) in einen Kraftstoffrücklauf (39) freigegeben oder verschlossen werden kann. 25
3. Injektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilraum (37) mit dem Steuerraum (29) hydraulisch verbunden ist. 30
4. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ventilraum (37) mit dem Kraftstoffzulauf (45) hydraulisch verbunden ist. 35
5. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Übersetzerkolben (19) auf der dem Einspritzventilglied (23) gegenüberliegenden Seite eine Bohrung (17) ausgebildet ist, in der ein Druckkolben (15) geführt ist, der mit dem Aktor (5) verbunden ist, wobei der Druckkolben (15) mit einer Stirnfläche (27) den Steuerraum (29) begrenzt. 40
6. Injektor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnfläche (27) des Druckkolbens (15) von einer Schulter (31) am Übersetzerkolben (19) umschlossen ist. 45
7. Injektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hülsenförmige Abschnitt (21) am Übersetzerkolben (19), in dem das Einspritzventilglied (23) geführt ist, mit einer Stirnfläche (51) und das Einspritzventilglied (23) mit einer an diesem ausgebildeten Schulter (73) einen zweiten Steuerraum (75) derart begrenzen, dass bei einer Bewegung des Übersetzerkolbens (19) in eine Richtung das Einspritzventilglied (23) in die entgegengesetzte 50 55

Richtung bewegt wird.

8. Injektor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Übersetzerkolben (19) ein zweiter hülsenförmiger Abschnitt (77) unter Bildung eines Federraumes (81) ausgebildet ist, in dem der Druckkolben (15) geführt ist, wobei der zweite hülsenförmige Abschnitt (77) des Übersetzerkolbens (19) und eine Schulter (87) am Druckkolben (15) einen dritten Steuerraum (91) derart begrenzen, das bei einer Bewegung des Druckkolbens (15) in eine Richtung der Übersetzerkolben (19) in die entgegengesetzte Richtung bewegt wird. 10 15
9. Injektor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Federraum (81) mit dem Kraftstoffrücklauf (39) verbunden ist. 20
10. Injektor nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übersetzerkolben (19, 101, 103) zweiteilig ausgebildet ist, wobei zwischen dem ersten Teil (101) und dem zweiten Teil (103) ein hydraulischer Kopplungsraum (105) ausgebildet ist und der Druckkolben (15) im ersten Teil (101) geführt ist und das Einspritzventilglied (23) im zweiten Teil (103) des Übersetzerkolbens (19) und der erste Teil (101) des Übersetzerkolbens (19) zusätzlich das Ventilglied des Servoventils (33) ist. 25 30

Fig. 1

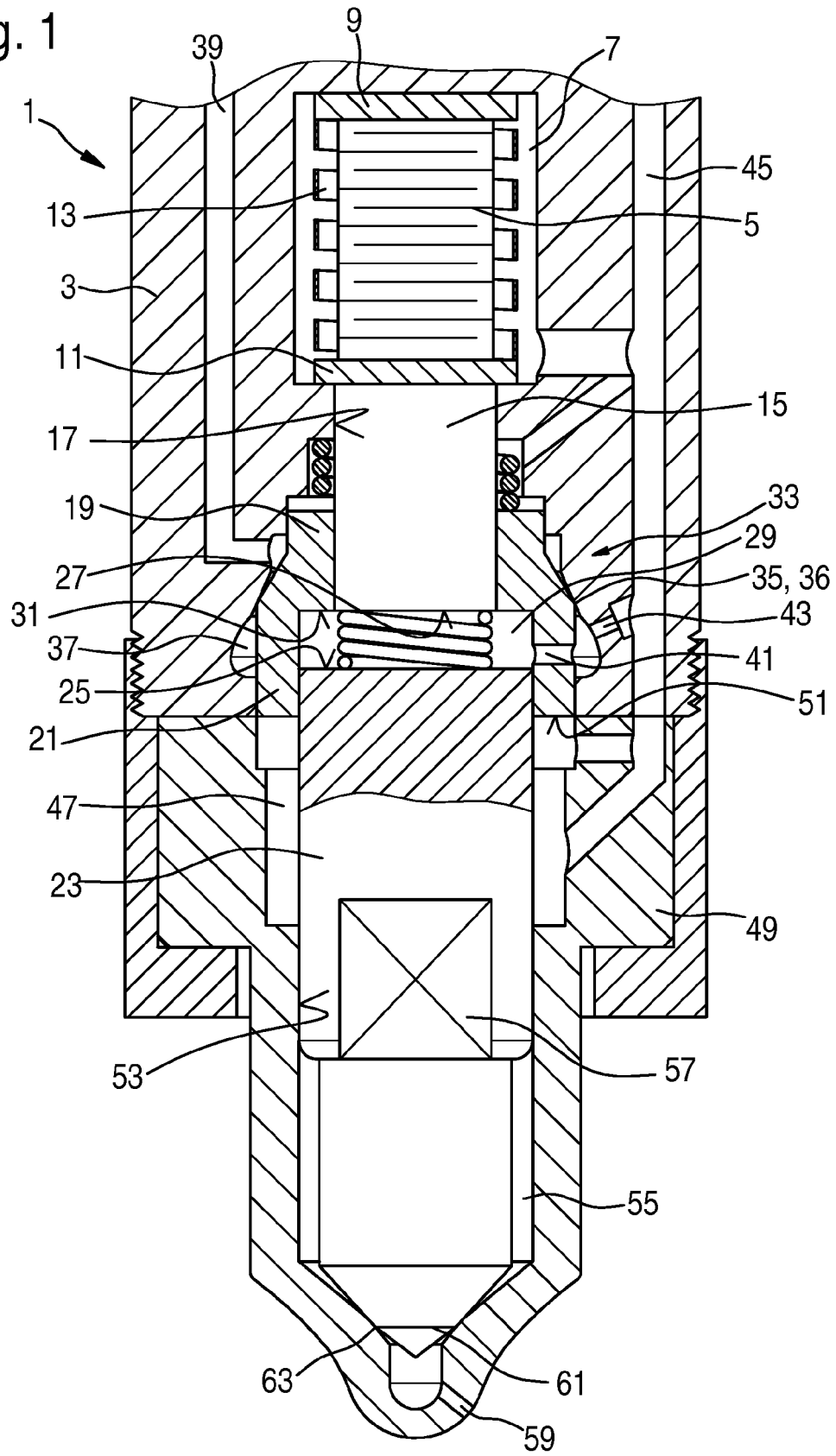


Fig. 2

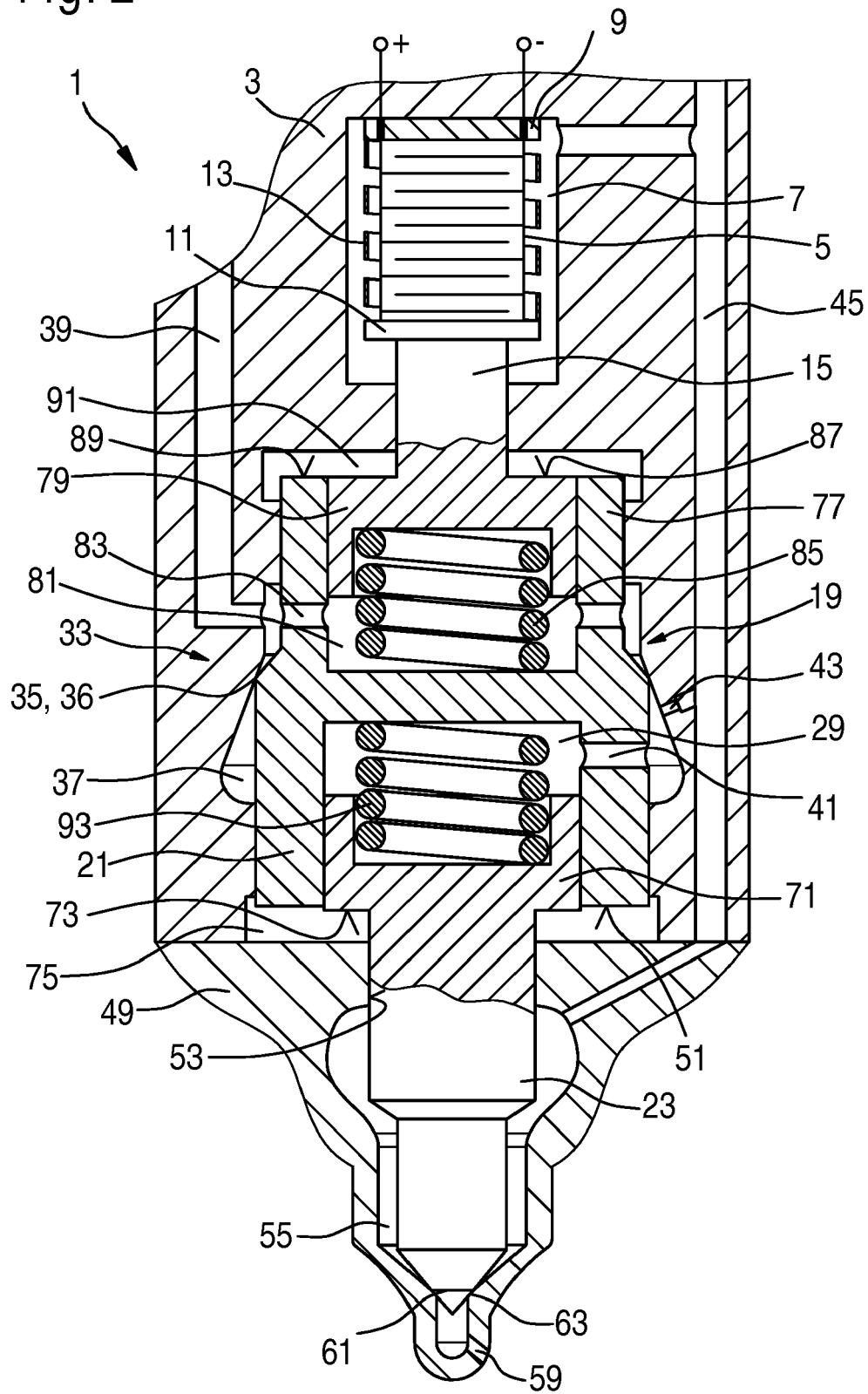
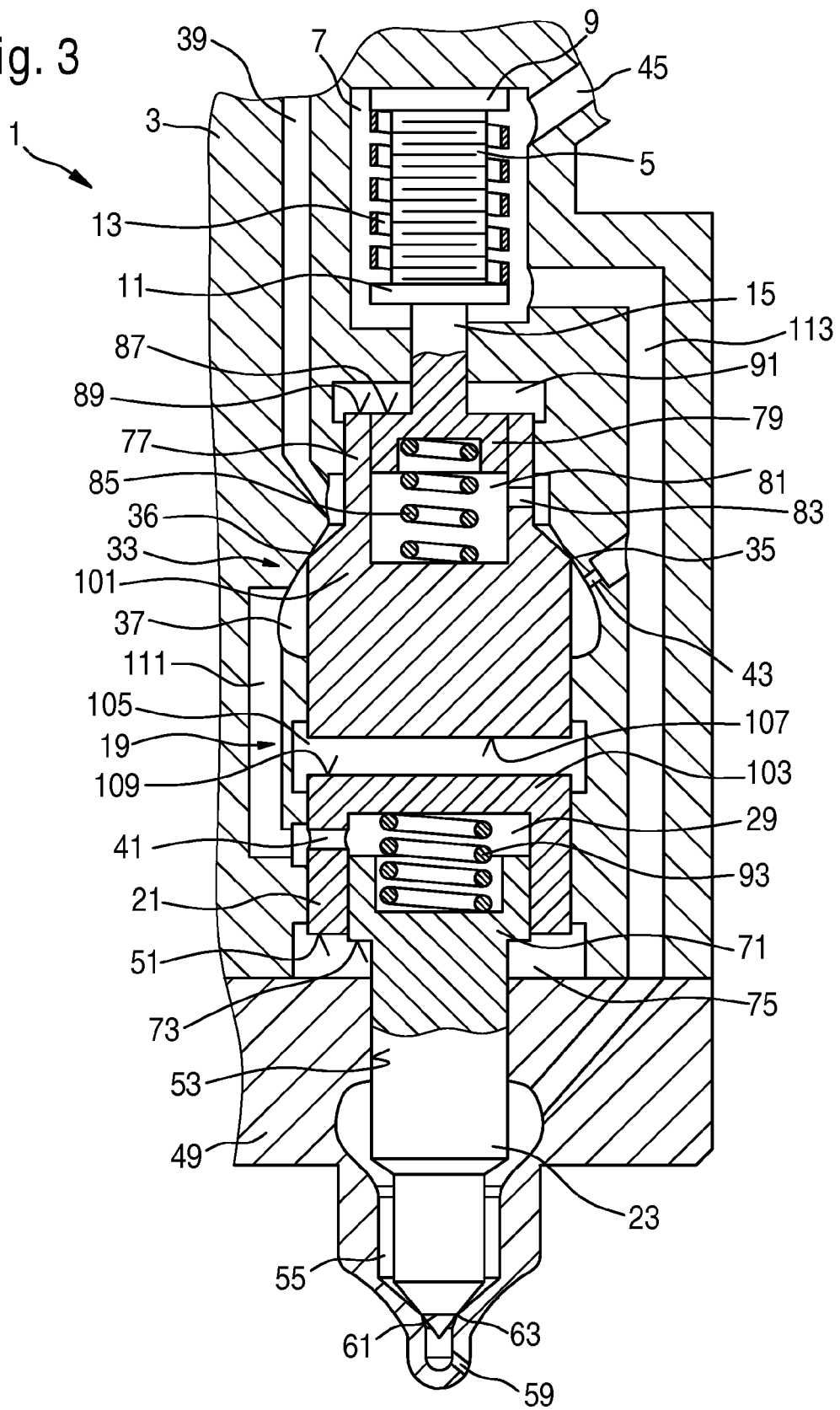


Fig. 3



**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 102004015744 A [0002]