

(19)



(11)

**EP 2 275 666 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.01.2012 Patentblatt 2012/03**

(51) Int Cl.:  
**F02M 47/02 (2006.01) F02M 63/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10162230.6**

(22) Anmeldetag: **07.05.2010**

**(54) Kraftstoff-Injektor mit druckausgeglichenem Steuerventil**

Fuel injector with pressure-equalised control valve

Injecteur de carburant doté d'une soupape de distribution à pression compensée

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Rau, Andreas**  
**70469 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **07.07.2009 DE 102009027494**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 1 640 604 EP-A2- 1 876 342**  
**DE-A1-102006 009 070 DE-A1-102007 047 426**  
**DE-B3-102004 049 702 US-A1- 2009 165 749**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.01.2011 Patentblatt 2011/03**

**EP 2 275 666 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus der DE 10 2004 030 445 A1 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, der ein Steuerventil (Servoventil) aufweist. Das Steuerventil ist als sogenanntes 3/2-Wegeventil ausgeführt und steuert die Verbindung zwischen einem von einem Einspritzventilelement unmittelbar begrenzten Steuerraum und einem Niederdruckbereich (Leckölraum) des Kraftstoff-Injektors. Das Steuerventil weist ein Steuerventilelement auf, das mittels eines Aktuators, beispielsweise eines elektromagnetischen oder piezoelektrischen Aktuators, innerhalb eines Steuerventilraums axial verstellt werden kann und somit mit einem ersten Steuerventilsitz und mit einem zweiten Steuerventilsitz zusammenwirkt. Befindet sich das Steuerventilelement in der Anlage am ersten (oberen) Steuerventilsitz, so ist die Verbindung zwischen dem von dem Einspritzventilelement begrenzten Steuerraum und dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors gesperrt. Gleichzeitig ist eine Bypass-Drossel geöffnet, über die der Steuerraum rückbefüllt wird. Liegt das Steuerventilelement am zweiten (unteren) Steuerventilsitz an, ist die Bypass-Drossel geschlossen und die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Niederdruckbereich des Kraftstoff-Injektors hergestellt, wodurch der Druck im Steuerventilraum abfällt, was wiederum dazu führt, dass das Einspritzventilelement von seinem Einspritzventilelementensitz abhebt und so den Kraftstofffluss durch eine Düsenlochanordnung in den Brennraum der Brennkraftmaschine freigibt. Nachteilig bei dem axial nicht druckausgeglichenen Steuerventil ist, dass die Belastung des Aktuators bei steigendem Rail-Druck immer weiter zunimmt. Dies führt dazu, dass bei gegebenem Aktuator mit dem bekannten Prinzip kein Potential für eine weitere Systemdrucksteigerung vorhanden ist.

**[0003]** Aus der zum Anmeldezeitpunkt vorliegenden Anmeldung noch nicht offengelegten DE 10 2008 001 330 der Anmelderin ist ein alternatives Injektorkonzept mit einem druckausgeglichenem Steuerventil (Servoventil) bekannt. Dieses neue Servoprinzip schaltet prinzipbedingt nicht gegen Rail-Druck, sondern es ist konstruktiv eine Niederdruckanbindung unter das Steuerventilelement geführt. Dies führt dazu, dass die Öffnungskraft des Steuerventils, je nach Grad des Druckausgleichs, geringer und weniger stark vom Rail-Druck abhängig ist. Damit bietet das neue Injektorkonzept, ohne die Aktuatorbelastung unzulässig zu erhöhen, das Potential einer weiteren Systemdruckanhebung. Das Steuerventilelement des Steuerventils ist in einem Steuerventilraum angeordnet, der radial außen von einem einzigen Plattenbauteil begrenzt ist, an das axial unten eine Drosselplatte und axial oben ein einen Aktuatorraum

begrenztes Bauteil angrenzt. Der neue Injektor scheint hinsichtlich einer verkürzten Rückbefüllbarkeit des Steuerraums optimierbar.

### 5 Offenbarung der Erfindung

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Kraftstoff-Injektor anzugeben, der einerseits ausreichend Potential für Systemdrucksteigerungen aufweist und bei dem andererseits eine minimierte Rückbefüllzeit zum Rückbefüllen des Steuerraums realisiert ist.

10 **[0005]** Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaftige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

15 **[0006]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, einen zweiten, insbesondere unteren Steuerventilsitz, an dem das Steuerventilelement des Steuerventils (Servoventils) in der zweiten Schaltstellung dichtend anliegt, um die unmittelbare hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum zu unterbrechen an einer Führungshülse für das Steuerventil auszubilden, die das, vorzugsweise nicht hülsenförmige, insbesondere bolzenförmige, Steuerventilelement an seinem Außenumfang führt. Anders ausgedrückt liegt das Steuerventilelement in der zweiten Schaltstellung des vorzugsweise aus 3/2-Wegeventil ausgebildeten Steuerventils unmittelbar dichtend an der Führungshülse an. Auf diese Weise wird in der ersten Schaltstellung, in der das Steuerventilelement nicht dichtend an der Führungshülse anliegt, eine große Querschnittsfläche freigegeben, durch die der Steuerventilraum und damit vorzugsweise über eine Ablaufdrossel, der Steuerraum rückbefüllt werden kann. Hieraus resultiert wiederum ein deutlich schnelleres Schließen des ein- oder mehrteiligen Einspritzventilelementes mit einer wiederum daraus resultierenden größeren Robustheit des Kraftstoff-Injektors. Aufgrund der Verschleißbarkeit der hydraulischen Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors, vorzugsweise zwischen einem Druckraum des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilelement, kann zudem während der Einspritzung eine deutlich geringere Steuermenge als bei üblichen druckausgeglichenen Kraftstoff-Injektoren mit permanent wirkender Fülldrossel realisiert werden, da bei einem nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeten Kraftstoff-Injektor die vorzugsweise als Drosselverbindung ausgebildete hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum durch den zweiten, vorzugsweise unteren, Steuerventilsitz getrennt werden kann. Dieser Vorteil ist deshalb so bedeutend, da bei druckausgeglichenen Kraftstoff-Injektoren aufgrund der vorhandenen Permanentleckagestellen sowieso sehr große und damit teure Hochdruckpumpen benötigt werden und aufgrund der Erfindung die Möglichkeit geschaffen wird, kleinere und damit günstigere Hochdruckpumpen einzusetzen, wodurch die Systemkosten insgesamt re-

duziert werden. Durch das minimierte Steuerventilraumvolumen ergibt sich zudem eine deutlich geringere Kennfeldsteilheit, welche es ermöglicht, schnell entdrosselnde Düsen einzusetzen, wodurch die Motorleistung erhöht werden kann, ohne die Kleinstmengenfähigkeit des Kraftstoff-Injektors zu verschlechtern. Der erfindungsgemäße Kraftstoff-Injektor hat besonders gute hydraulische Eigenschaften durch das gleichzeitige Vorhandensein eines Bypasses (hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich und dem Steuerventilraum) und eines minimalen Steuerventilraumvolumens, was in der Kombination zu einem extrem schnellen Wiederbefüllen des Steuerventilraums und damit des Steuerraums und damit wiederum zu einem sehr schnellen Umkehren des Einspritzventilelementes mit besagtem flachem Kennfeld führt.

**[0007]** Die Rückbefüllzeit, die benötigt wird, um den Steuerraum rückzubefüllen, kann in Weiterbildung der Erfindung dadurch auf ein Minimum reduziert werden, in dem anstelle einer Schraubendruckfeder eine Tellerfeder als Ventilfeder für das Steuerventil eingesetzt wird. Bevorzugt ist die Tellerfeder dabei derart angeordnet, dass das Steuerventilelement in Richtung erster Schaltstellung, d.h. in Richtung erstem Steuerventilsitz federkraftbeaufschlagt wird, so dass das Steuerventilelement entgegen der Federkraft der Federteller von der ersten Schaltstellung in die zweite Schaltstellung bewegt werden muss. Durch die Ausbildung der Feder als Tellerfeder kann das Steuerventilraumvolumen auf ein Minimum reduziert werden, woraus in der ersten Schaltstellung des Steuerventils ein beschleunigter Druckanstieg im Steuerventilraum und damit auch im Steuerraum resultiert. Die Kombination der Ausbildung des zweiten Steuerventilsitzes an der Führungshülse für das Steuerventilelement mit der Ausbildung der Steuerventilfeder als Tellerfeder bringt minimale Rückbefüllzeiten mit sich, was in einem extrem schnellen Umkehren, d.h. Schließen des Einspritzventilelementes resultiert.

**[0008]** Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsvariante des Kraftstoff-Injektors, bei der die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich, beispielsweise einem den Steuerraum radial außen umgebenden Druckraum und dem Steuerventilraum als Drosselverbindung ausgebildet ist. Dies kann auf einfache Weise dadurch realisiert werden, dass in der hydraulischen Verbindung eine Drosselbohrung integriert ist, die besonders bevorzugt, wie später noch erläutert werden wird, in einer Drosselplatte angeordnet ist, an die axial die Führungshülse für das Steuerventilelement anliegt.

**[0009]** Besonders zweckmäßig im Hinblick auf eine Minimierung des Steuerventilraumvolumens ist es, die Feder, insbesondere die Tellerfeder, entgegen deren Federkraft das Steuerventilelement auf seinem Weg von der ersten Schaltstellung zur zweiten Schaltstellung verstellt werden muss sich einenends axial am Steuerventilelement, insbesondere an einem Umfangsbund des Steuerventilelementes und anderenends an der Führungshülse für das Steuerventilelement abstützt. Bevor-

zugt ist die Feder derart angeordnet, dass sie auch in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils nicht vollständig plattgedrückt ist.

**[0010]** Im Hinblick auf die konkrete Ausbildung der hydraulischen Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors und dem Steuerventilraum gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Ganz besonders bevorzugt ist eine Ausführungsvariante, bei der die hydraulische Verbindung einen Zwischenraum umfasst, der radial außen unmittelbar von der Führungshülse und radial innen unmittelbar von dem Steuerventilelement begrenzt ist. Dabei ist der als Ringraum ausgebildete Zwischenraum bevorzugt derart konturiert und angeordnet, dass aus dem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff im Zwischenraum keine resultierenden Axialkräfte auf das Steuerventilelement resultieren.

**[0011]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der vorgenannte Zwischenraum über mindestens eine in die Führungshülse eingebrachte Hülsenbohrung hydraulisch dauerhaft mit einem Ringraum verbunden ist, welcher radial innen von der Führungshülse begrenzt ist und der vorzugsweise radial außen vom Innenumfang einer stirnseitigen Ausnehmung in einer Drosselplatte begrenzt ist. Durch die Anordnung eines mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff gefüllten Ringraums radial außerhalb der Führungshülse können vergleichsweise kraftstoffdichte Führungsspalte zwischen dem Steuerventilelement und der Führungshülse sichergestellt werden, wodurch Leckageverluste aus dem zuvor erläuterten Zwischenraum in einen radial außen von der Führungshülse und in axialer Richtung von dem Steuerventilelement begrenzten, auf Niederdruck liegenden Raum minimiert werden.

**[0012]** Ganz besonders bevorzugt ist es, wenn der radial außerhalb der Führungshülse angeordnete Ringraum über einen Kanal in einer Drosselplatte, auf der die Führungshülse in axialer Richtung aufliegt mit dem Hochdruckbereich, vorzugsweise einem den Steuerraum radial außen umgebenden Druckraum verbunden ist. Besonders bevorzugt ist dieser Kanal als Drosselbohrung ausgeführt.

**[0013]** Besonders zweckmäßig ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der die das Steuerventilelement am Außenumfang führende Führungshülse, insbesondere an einer dem, insbesondere piezoelektrischen Aktuator zugewandten Seite eine Beißkante zum dichtenden Zusammenwirken mit dem Steuerventilelement in der zweiten Schaltstellung aufweist. Durch das Vorsehen einer Beißkante kann eine gute Kraftstoffdichtheit sichergestellt werden, wodurch ein Kraftstoffaustritt über die hydraulische Verbindung in den Steuerventilraum in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils unterbunden wird.

**[0014]** Grundsätzlich kann der Kraftstoff mit einem elektromagnetischen Aktuator betätigt werden. Besonders bevorzugt ist jedoch eine Ausführungsvariante mit piezoelektrischem Aktuator, wobei bevorzugt zwischen dem piezoelektrischen Aktuator und dem Steuerventil-

element ein Koppler vorgesehen ist, mit dem zum einen eine Kraftwegübersetzung realisierbar ist und mit dem zum anderen wärmebedingte Ausdehnungseffekte ausgeglichen werden können.

**[0015]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Steuerventilraum, also die hydraulische Verbindung, durch die in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils Kraftstoff aus dem von dem Einspritzventilelement begrenzten Steuerraum in den Niederdruckbereich strömen kann, mindestens zwei, in unterschiedlichen Injektorbauteilen verlaufende Abschnitte aufweist. Ganz besonders bevorzugt verläuft ein Abschnitt in einer zuvor bereits erläuterten Drosselplatte und ein weiterer Abschnitt in einer den Steuerventilraum radial außen begrenzenden Platte.

**[0016]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung.

**[0017]** Diese zeigt in der einzigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoff-Injektors mit in axialer Richtung druckausgeglichenem Steuerventil und mit einem piezoelektrischen Aktuator zum Betätigen des Steuerventils.

**[0018]** In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einem nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs in einer schematischen Darstellung gezeigt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel etwa 2000 bar gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor neben anderen, nicht gezeigten Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einen Versorgungskanal 6 innerhalb des Kraftstoff-Injektors 1, welcher wiederum in einen Druckraum 7, der wie der Versorgungskanal 6 zum Hochdruckbereich 8 des Kraftstoff-Injektors 1 gehört, mündet. Der in den von einem Düsenkörper 9 radial außen begrenzten Druckraum 7 einströmende Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang unmittelbar in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1, genauer ein Niederdruckbereich 10 des Kraftstoff-Injektors 1, ist über einen nicht dargestellten Injektorrücklaufanschluss an eine Rücklaufleitung 11 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 11 kann eine später noch zu erläuternde Steuermenge an Kraftstoff in den Kraftstoff-Injektor 1 zu dem Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wieder zugeführt werden.

**[0019]** Innerhalb des Düsenkörpers 9 ist ein hier einteiliges als Düsenadel ausgebildetes Einspritzventilele-

ment 12 axial verstellbar angeordnet. Dieses kann anstelle der hier einteiligen Ausbildung auch mehrteilig ausgebildet sein und beispielsweise aus einer Steuerstange und einer mit dieser gekoppelten Düsenadel bestehen. Jedenfalls ragt das bevorzugt einteilige Einspritzventilelement 12 in der Zeichnungsebene nach unten bis zu einem Einspritzventilelementsitz 13, mit dem es in an sich bekannter Weise dichtend zusammenwirkt. Wenn das Einspritzventilelement 12 an seinem Einspritzventilelementsitz 13 anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer mehrere Einspritzöffnungen umfassenden Düsenlochanordnung 14 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 13 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7 in einen Bereich unterhalb des Einspritzventilelementes 12 und von dort aus durch die Düsenlochanordnung 14, im Wesentlichen unter Hochdruck (Raildruck) stehend in den Brennraum gespritzt werden.

**[0020]** Von einer oberen Stirnseite 15 des Einspritzventilelementes 12 und einer in der Zeichnungsebene nach oben federkraftbelasteten Hülse 16 ist ein Steuerraum 17 begrenzt, der über eine in eine Drosselplatte 18, an der sich die Hülse 16 in axialer Richtung abstützt, eingebrachte Zulaufdrossel 19 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich 8, hier dem Versorgungskanal 6, versorgt wird. Alternativ kann die Zulaufdrossel 19 auch als Radialbohrung in der Hülse 16 vorgesehen sein. Die Hülse 16 mit darin eingeschlossenem Steuerraum 17 ist radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umschlossen, so dass ein ringförmiger Führungsspalt zwischen Hülse 16 und Einspritzventilelement 12 vergleichsweise kraftstoffdicht ist.

**[0021]** Die Hülse 16 stützt sich in axialer Richtung von unten an der zuvor erwähnten Drosselplatte 18 ab, in der neben der Zulaufdrossel 19 ein eine Ablaufdrossel 20 aufweisender Ablaufkanal 21 eingebracht ist. Der Ablaufkanal 21 gehört ebenso wie ein mit diesem in Strömungsrichtung fluchtender Kanal 22, welcher in einer axial an die Drosselplatte 18 angrenzenden Platten 23 eingebracht ist zu einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 und einem radial außen von der Platte 23 begrenzten Steuerventilraum 24. Der Steuerventilraum 24 ist in einem unteren Abschnitt einer Stufenbohrung 25 in der Platte 23 eingebracht. Axial verstellbar innerhalb des Steuerventilraums 24 ist ein bolzenförmiges Steuerventilelement 26 eines Steuerventils 27 angeordnet, welches mittels eines piezoelektrischen Aktuators 29 über einen hydraulischen Koppler 29 zwischen einer oberen ersten Schaltstellung, d.h. zwischen einem oberen ersten Steuerventilsitz 30 und einer unteren, d.h. zweiten Schaltstellung, also einem zweiten Steuerventilsitz 31 verstellbar ist. Bei dem Steuerventil 27 handelt es sich um ein 3/2-Wegeventil.

**[0022]** Wenn das Steuerventilelement 26 sich in der zweiten (unteren) Schaltstellung befindet, also das Steuerventilelement 26 an dem an einer später noch zu erläuternden Führungshülse 32 für das Steuerventilelement 26 ausgebildeten zweiten Steuerventilsitz 31 an-

liegt, kann Kraftstoff aus dem mit einem minimalen Volumen versehenen Steuerventilraum 24 am ersten Steuerventilsitz 30 vorbei in den Niederdruckbereich 10 und von dort aus zur Rücklaufleitung 11 strömen. Durch den in dieser Schaltstellung über die aus dem Kanal 22 und dem Ablaufkanal 21 bestehende hydraulische Verbindung aus dem Steuerraum 17 nachfließenden Kraftstoff sinkt der Kraftstoffdruck im Steuerraum 17 rapide ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Durchflussquerschnitt der Ablaufdrossel 20 größer ist als der der Zulaufdrossel 19, so dass bei in der zweiten Schaltstellung befindlichem Steuerventil 27 ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Kraftstoffsteuermenge) aus dem Steuerraum 17 resultiert. Durch den Druckabfall im Steuerraum 17 hebt das Einspritzventilelement 12 vom Einspritzventilelementsitz 13 ab, so dass Kraftstoff durch die Düsenlochanordnung 14 in den Brennraum der Brennkraftmaschine strömen kann.

**[0023]** Wird das Steuerventilelement 26 in der Zeichnungsebene nach oben in die erste Schaltstellung bewegt, so dass das Steuerventilelement 26 am ersten, an der Platte 23 ausgebildeten Steuerventilsitz 30 anliegt, ist die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum 17 und dem Niederdruckbereich 10 verschlossen. Gleichzeitig ist eine später noch zu erläuternde hydraulische Verbindung 33 zwischen dem Hochdruckbereich 8, genauer dem Druckraum 7 und dem Steuerventilraum 24 geöffnet, so dass Kraftstoff über diese hydraulische Verbindung 33 und den Kanal 22 sowie den Ablaufkanal 21 in den Steuerraum 17 strömen und dort eine Druckerhöhung verursachen kann. Darüberhinaus strömt weiterhin Kraftstoff über die Zulaufdrossel 19 zu, was insgesamt zu einer rapiden Druckerhöhung im Steuerraum 17 führt, wodurch das Einspritzventilelement 12 der in der Zeichnungsebene nach unten auf den Einspritzventilelementsitz 13 verstellt wird und somit der Einspritzvorgang beendet wird.

**[0024]** Die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich 8 und dem Steuerventilraum 24 umfasst eine Drosselbohrung 35 in der Drosselplatte 18, wobei die Drosselbohrung 35 den Druckraum 7 mit einem Ringraum 36 hydraulisch verbindet, wobei der Ringraum 36 radial außen vom Innenumfang einer stirnseitigen Bohrung in der Drosselplatte 18 und radial innen vom Außenumfang der Führungshülse 32 für das Steuerventilelement 26 begrenzt ist. Der Ringraum 36 steht über eine Hülsenbohrung 37 in dauerhafter hydraulischer Verbindung mit einem Zwischenraum 38, der radial außen vom Innenumfang einer zentrischen Bohrung in der Führungshülse 32 und radial innen vom Außenumfang des Steuerventilelementes 26 begrenzt ist. In der zweiten (unteren) Schaltstellung des Steuerventils 27 ist der Zwischenraum 38 von dem Steuerventilraum 24 über eine an der Führungshülse 32 ausgebildete Beißkante 39 getrennt, die dichtend mit der Unterseite eines Umfangsbundes 40 des Steuerventilelementes 26 zusammenwirkt. Die Beißkante 39 befindet sich an der Stirnseite eines axialen, ringförmigen Fortsatzes 41 der Führungs-

hülse 32. Der Fortsatz 41 schafft axialen Raum zur Unterbringung einer Tellerfeder 42 (Steuerventilfeder), entgegen deren Federkraft das Steuerventilelement 26 bei einer Bestromung des piezoelektrischen Aktuators 28 in der Zeichnungsebene nach unten in die zweite Schaltstellung bewegt werden muss. Durch das Vorsehen einer Tellerfeder 42 als Steuerventilfeder kann das Volumen des Steuerventilraums 24 wie dargestellt minimiert werden. Die Tellerfeder 42 stützt sich in axialer Richtung an einer oberen Stirnseite der Führungshülse 32 und in der anderen axialen Richtung von unten an dem Umfangsbund 40 des Steuerventilelementes 26 ab.

**[0025]** Bei dem Steuerventilelement 26 handelt es sich um ein in axialer Richtung zumindest näherungsweise druckausgeglichenes Steuerventilelement 26; dies bedeutet, dass wenn sich das Steuerventilelement 26 in der oberen (ersten) Schaltstellung befindet, wirken in axialer Richtung keine (oder ggf. nur geringe) resultierenden hydraulischen Kräfte. Dies wird dadurch erreicht, dass das Steuerventilelement 26 an einer unteren Stirnseite 43 mit Niederdruck beaufschlagt ist. Die untere Stirnseite 43 begrenzt in axialer Richtung nach oben einen Ausgleichsraum 44, der zum Niederdruckbereich 10 des Kraftstoff-Injektors 1 gehört bzw. über einen Niederdruckkanal 45 mit dem Injektorrücklaufanschluss hydraulisch verbunden ist. Der Ausgleichsraum 44 wird radial außen von der Führungshülse 32 begrenzt, die den Steuerventilraum 24 in axialer Richtung nach unten begrenzt. Die Führungshülse 32 ist über einen Großteil ihrer Axialerstreckung in einer stirnseitigen Bohrung in der Drosselplatte 18 aufgenommen und liegt mit einem oberen Abschnitt ihres Außenumfangs dichtend an einem unteren Abschnitt des Innenumfangs der Stufenbohrung 25 an, so dass der Ringraum 36 gegenüber dem Steuerventilraum 24 abgedichtet ist.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere Common-Rail-Injektor, umfassend ein ein- oder mehrteiliges Einspritzventilelement (12) zum Öffnen und Schließen mindestens einer Einspritzöffnung, wobei dem Einspritzventilelement (12) ein Steuerventil (27) zugeordnet ist, welches ein zwischen einer ersten und einer zweiten Schaltstellung verstellbares, in einem Steuerventilraum (24) angeordnetes Steuerventilelement (26) aufweist, wobei in der ersten Schaltstellung eine hydraulische Verbindung zwischen einem mit dem Einspritzventilelement (12) wirkverbundenen Steuerraum (17) und einem Niederdruckbereich (10) des Kraftstoff-Injektors (1) gesperrt und eine hydraulische Verbindung (33) zwischen einem Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors (1) und dem Steuerventilraum (24) geöffnet ist und wobei in der zweiten Schaltstellung die hydraulische Verbindung zwischen dem Steuer-

raum (17) und dem Niederdruckbereich (10) geöffnet und die hydraulische Verbindung zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) unterbrochen ist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Steuerventilelement (26) derart ausgebildet und angeordnet ist, dass durch den Druck im Steuerventilraum (24) keine oder nur eine geringe resultierende hydraulische Kraft in axialer Richtung auf das Steuerventilelement (26) ausgeübt wird, wenn die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Steuerventilraum (24) und dem Niederdruckbereich (10) in der ersten Schaltstellung des Steuerventilelementes (26) unterbrochen ist und, dass das Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung zum Abdichten der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum(24) dichtend an einer das Steuerventilelement (26) an seinem Außenumfang führenden Führungshülse (32) anliegt.

2. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** eine Feder zum einen axial an einem Umfangsbund (40) des Steuerventilelementes (26) und zum anderen axial an der Führungshülse (32) für das Steuerventilelement (26) abstützend angeordnet ist.

3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) als Drosselverbindung, vorzugsweise durch das Vorsehen einer Drosselbohrung (35), ausgebildet ist.

4. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Feder als Tellerfeder (42) ausgebildet ist.

5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (33) einen radial außen von der Führungshülse (32) und radial innen von dem Steuerventilelement (26) begrenzten Zwischenraum umfasst.

6. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Zwischenraum über mindestens eine Hülsenbohrung (37) in der Führungshülse (32) mit einem radial innen von der Führungshülse (32) begrenzten Ringraum (36) verbunden ist.

7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden

Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Führungshülse (32) axial an eine Drosselplatte (18) angrenzt, in der eine, vorzugsweise als Drosselbohrung (35) ausgeführte, Bohrung als Teilabschnitt der hydraulischen Verbindung (33) zwischen dem Hochdruckbereich (8) und dem Steuerventilraum (24) eingebracht ist.

8. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Führungshülse (32) eine Beißkante zum dichtenden Zusammenwirken mit dem Steuerventilelement (26) in der zweiten Schaltstellung aufweist.

9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** zum Betätigen des Steuerventils (27) ein piezoelektrischer Aktuator (28) vorgesehen ist.

10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die hydraulische Verbindung (20, 21, 22) zwischen dem Steuerraum (17) und dem Steuerventilraum (24) durch zwei axial aneinander angrenzende Bauteile verläuft.

## Claims

1. Fuel injector for injecting fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, in particular common rail injector, comprising a single-part or multi-part injection valve element (12) for opening and closing at least one injection opening, wherein the injection valve element (12) is assigned a control valve (27) having a control valve element (26) which can be adjusted between a first and a second switching position and which is arranged in a control valve chamber (24), wherein in the first switching position, a hydraulic connection between a control chamber (17), which is operatively connected to the injection valve element (12), and a low-pressure region (10) of the fuel injector (1) is blocked and a hydraulic connection (33) between a high-pressure region of the fuel injector (1) and the control valve chamber (24) is open, and wherein in the second switching position, the hydraulic connection between the control chamber (17) and the low-pressure region (10) is open and the hydraulic connection between the high-pressure region (8) and the control valve chamber (24) is blocked,
- characterized**  
**in that** the control valve element (26) is designed and arranged such that the pressure in the control valve chamber (24) does not cause a resultant hy-

draulic force to act, or causes only a small resultant hydraulic force to act, in the axial direction on the control valve element (26) when the hydraulic connection (33) between the control valve chamber (24) and the low-pressure region (10) is blocked in the first switching position of the control valve element (26), and that the control valve element (26), in the second switching position, in order to seal the hydraulic connection (33) between the high-pressure region (8) and the control valve chamber (24), bears sealingly against a guide sleeve (32) which guides the control valve element (26) at its outer circumference.

2. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** a spring is arranged so as to be supported at one side axially on a circumferential collar (40) of the control valve element (26) and at the other side axially on the guide sleeve (32) for the control valve element (26).
3. Fuel injector according to either of Claims 1 and 2,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic connection (33) between the high-pressure region (8) and the control valve chamber (24) is designed as a throttle connection, preferably by means of the provision of a throttle bore (35).
4. Fuel injector according to Claim 2,  
**characterized**  
**in that** the spring is designed as a plate spring (42).
5. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic connection (33) comprises an intermediate space delimited radially at the outside by the guide sleeve (32) and radially at the inside by the control valve element (26).
6. Fuel injector according to Claim 5,  
**characterized**  
**in that** the intermediate space is connected via at least one sleeve bore (37) in the guide sleeve (32) to an annular space (36) delimited radially at the inside by the guide sleeve (32).
7. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the guide sleeve (32) axially adjoins a throttle plate (18) in which is formed a bore, designed preferably as a throttle bore (35), as a partial section of the hydraulic connection (33) between the high-pressure region (8) and the control valve chamber (24).

8. Fuel injector according to Claim 7,  
**characterized**  
**in that** the guide sleeve (32) has a biting edge for sealingly interacting with the control valve element (26) in the second switching position.
9. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** a piezoelectric actuator (28) is provided for actuating the control valve (27).
10. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized**  
**in that** the hydraulic connection (20, 21, 22) between the control chamber (17) and the control valve chamber (24) runs through two components which axially adjoin one another.

#### Revendications

1. Injecteur de carburant, pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, en particulier injecteur à rampe commune, comprenant un élément de soupape d'injection en une ou plusieurs parties (12), pour l'ouverture et la fermeture d'au moins une ouverture d'injection, une soupape de commande (27) étant associée à l'élément de soupape d'injection (12), laquelle présente un élément de soupape de commande (26) réglable entre une première et une deuxième position de commutation, disposé dans un espace de soupape de commande (24), une liaison hydraulique entre un espace de commande (17) en liaison fonctionnelle avec l'élément de soupape d'injection (12) et une plage de basse pression (10) de l'injecteur de carburant (1) étant bloquée et une liaison hydraulique (33) entre une plage de haute pression de l'injecteur de carburant (1) et l'espace de soupape de commande (24) étant ouverte dans la première position de commutation, et dans la deuxième position de commutation, la liaison hydraulique entre l'espace de commande (17) et la plage de basse pression (10) étant ouverte et la liaison hydraulique entre la plage de haute pression (8) et l'espace de soupape de commande (24) étant interrompue,  
**caractérisé en ce que**  
l'élément de soupape de commande (26) est réalisé et disposé de telle sorte que du fait de la pression dans l'espace de soupape de commande (24), aucune ou seulement une faible force hydraulique résultante soit exercée dans la direction axiale sur l'élément de soupape de commande (26), lorsque la liaison hydraulique (33) entre l'espace de soupape de commande (24) et la plage de basse pression (10) est interrompue dans la première position de

- commutation de l'élément de soupape de commande (26), et **en ce que** l'élément de soupape de commande (26) dans la deuxième position de commutation, pour assurer l'étanchéité de la liaison hydraulique (33) entre la plage de haute pression (8) et l'espace de soupape de commande (24), s'applique hermétiquement contre une douille de guidage (32) guidant l'élément de soupape de commande (26) au niveau de sa périphérie extérieure.
2. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un ressort est disposé d'une part de manière supportée axialement contre un épaulement périphérique (40) de l'élément de soupape de commande (26) et d'autre part de manière supportée axialement contre la douille de guidage (32) pour l'élément de soupape de commande (26).
3. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la liaison hydraulique (33) entre la plage de haute pression (8) et l'espace de soupape de commande (24) est réalisée sous forme de liaison étranglée, de préférence en pratiquant un alésage étranglé (35).
4. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le ressort est réalisé sous forme de rondelle Belleville (42).
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la liaison hydraulique (33) comprend un espace intermédiaire limité radialement à l'extérieur par la douille de guidage (32) et radialement à l'intérieur par l'élément de soupape de commande (26).
6. Injecteur de carburant selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'espace intermédiaire est connecté par le biais d'au moins un alésage de douille (37) dans la douille de guidage (32) à un espace annulaire (36) limité radialement à l'intérieur par la douille de guidage (32).
7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la douille de guidage (32) est axialement adjacente à une plaque d'étranglement (18) dans laquelle est pratiqué un alésage, réalisé de préférence sous forme d'alésage étranglé (35), sous forme de portion partielle de la liaison hydraulique (33) entre la région de haute pression (8) et l'espace de soupape de commande (24).
8. Injecteur de carburant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la douille de guidage (32) présente une arête d'attaque pour coopérer de manière hermétique avec l'élément de soupape de commande (26) dans la deuxième position de commutation.
9. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour l'actionnement de la soupape de commande (27) est prévu un actionneur piézoélectrique (28).
10. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la liaison hydraulique (20, 21, 22) entre l'espace de commande (17) et l'espace de soupape de commande (24) s'étend à travers deux composants axialement adjacents l'un à l'autre.

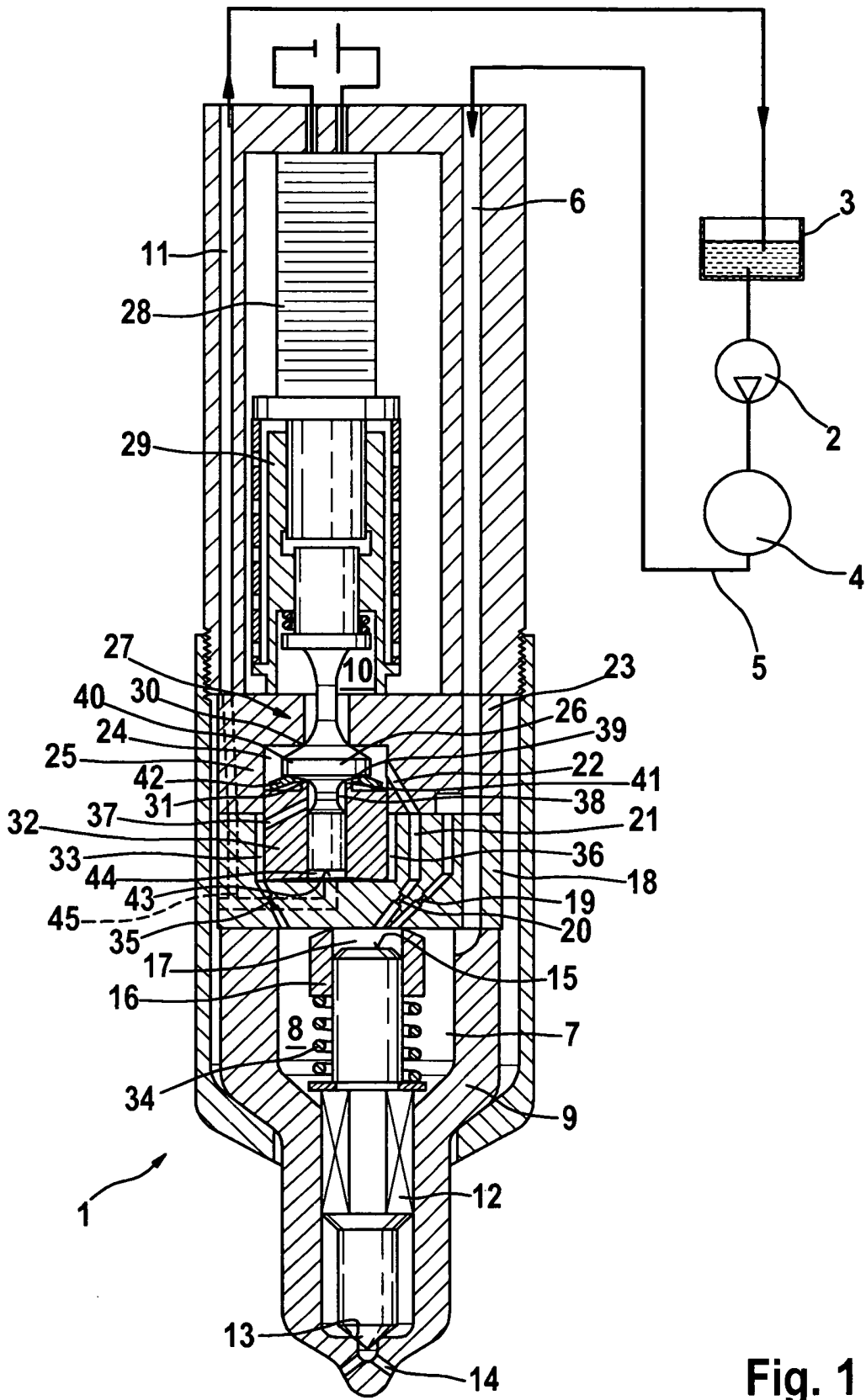


Fig. 1

**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 102004030445 A1 [0002]
- DE 102008001330 [0003]