

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. Mai 2009 (07.05.2009)

PCT

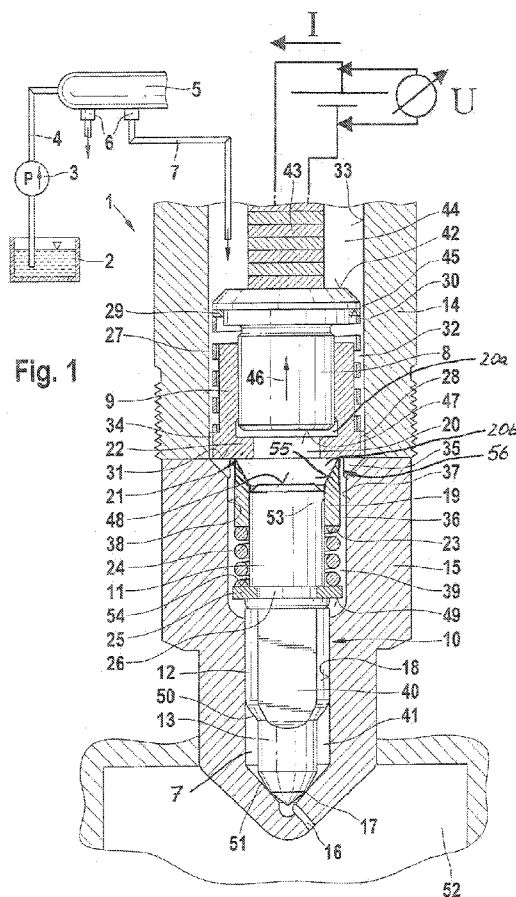
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2009/056395 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*F02M 51/06* (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/062436
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
18. September 2008 (18.09.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102007051554.7 29. Oktober 2007 (29.10.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAU, Andreas [DE/DE]; Werenwagstr. 3, 70469 Stuttgart (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve for an internal combustion engine. Said fuel injection valve comprises at least one injection port (16), an injection valve member (10), which controls the injection of fuel via the injection port (16), an actuator (43), which actuates a piston (8) on which a pressure surface (47) is configured, a pressure compartment (20), which is filled with fuel and which is delimited by the pressure surface (47), and a fuel inlet duct (7), which is connected to the injection port depending on the position of the injection valve member (10), a fuel pressure in the pressure compartment (20) exerting a force on the injection valve member (10). The invention is characterized in that the pressure compartment (20) is connected to the fuel inlet duct (7) via a pressure relief valve (56).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine vorgeschlagen, mit mindestens einer Einspritzöffnung (16), einem Einspritzventilglied (10), das die Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzöffnung (16) steuert, einem Aktor (43), der einen Kolben (8) betätigt an dem eine Druckfläche (47) ausgebildet ist, einem Druckraum (20), der mit Kraftstoff gefüllt ist und von der Druckfläche (47) begrenzt ist, und einem Kraftstoffzulaufkanal (7), der in Abhängigkeit von der Stellung des Einspritzventilgliedes (10) mit der Einspritzöffnung verbunden ist, wobei ein Kraftstoffdruck im Druckraum (20) eine Kraft auf das Einspritzventilglied (10) ausübt und der Druckraum (20) über ein Druckentlastungsventil (56) mit dem Kraftstoffzulaufkanal (7) verbunden ist.

WO 2009/056395 A2



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

5 Beschreibung

Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist aus der DE 103 52 736 A1 bekannt. Bei einem solchen Kraftstoffeinspritzventil steht der Aktor über einen Druckraum in hydraulischer Wirkverbindung mit einem Einspritzventilglied, das auch als Düsennadel bezeichnet wird. Ein Steuerventil, das in sonst üblicher Weise den Druck in einem Steuerraum durch Druckentlastung zum Niederdruckbereich steuert, ist bei dieser Ausführung nicht vorgesehen. Die aus der DE 103 52 736 bekannte Art der Betätigung der Düsennadel wird als direkte Nadelsteuerung bezeichnet.

20

25

Aus der DE 10 2005 032 841 A1 ist ein Ansteuerungsverfahren zur Ansteuerung eines piezoelektrischen Aktors eines Kraftstoffeinspritzventils bekannt. Um Alterungserscheinungen des Aktors zu vermeiden, wird vorgeschlagen, die am Aktor anliegende Spannung zwischen zwei Einspritzungen zu reduzieren. Dabei soll jedoch darauf geachtet werden, dass der Gradient der Spannungsänderung ( $dU/dt$ ) so gering ist, dass die Längenänderung des Aktors durch Leckage am Kolben ausgeglichen wird. Die reduzierte Spannung muss also schon relativ früh vor dem nächsten Einspritzzyklus erhöht werden, damit bei gegebenem maximal zulässigem Gradienten der Spannungsänderung ( $dU/dt$ ) zum richtigen Zeitpunkt das für die Erzielung einer Einspritzung erforderliche Spannungsniveau erreicht ist.

30

Um die Lebensdauer der Aktoren noch weiter zu erhöhen, wäre es wünschenswert, wenn man die Spannungsänderung schneller durchführen könnte, um insgesamt eine zeitlich längere Spannungsabsenkung zu erzielen bzw. die Spannungsabsenkung auch zwischen zwei kurz hintereinander  
5 erfolgenden Einspritzungen durchführen zu können. Fährt man die Spannung jedoch erst kurz vor dem Beginn einer Einspritzung schnell auf das erforderliche Niveau hoch, wird die Längenänderung des Aktors nicht rechtzeitig kompensiert. Es entsteht dann ein Überdruck im Druckraum, mit der Folge, dass die  
10 Düsennadel und andere Bauteile stärker beansprucht werden. Bei anschließender schneller Absenkung der Spannung zur Erzielung der Einspritzung wird dann zunächst lediglich der Überdruck im Druckraum abgebaut, so dass dann nicht das volle Spannungsniveau zur Betätigung der Düsennadel zur Verfügung steht.

#### 15 Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den Druckraum mit dem Kraftstoffhochdruckbereich über ein Überdruckventil zu verbinden. Das Überdruckventil wird dabei so dimensioniert, dass es die infolge der schnellen  
20 Spannungserhöhung auftretenden Druckspitzen zum unter Systemdruck stehenden Kraftstoffhochdruckbereich abbauen kann. Damit steht vor Beginn der Einspritzung ein geringerer Druck im Druckraum an. Das vorhandene Spannungsniveau kann dann wirkungsvoller zur Betätigung der Düsennadel genutzt werden, da dann eine geringere Druckabsenkung bis zum Erreichen des  
25 Öffnungsdruckes der Düsennadel erforderlich ist.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfindung möglich. Besonders vorteilhaft ist es, eine den  
30 Druckraum begrenzende federbelastete Hülse als Überdruckventil auszubilden.

Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

5

Figur 1 eine Längsschnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

10

Figur 2 eine Längsschnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

15

Figur 3 eine Längsschnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der nachfolgenden Beschreibung sind gleiche bzw. gleichwirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

20

25

30

Bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffeinspritzventil 1 nach Figur 1 gelangt zunächst Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 2 mittels einer Hochdruckpumpe 3 über eine Hochdruckleitung 4 in einen Kraftstoffhochdruckspeicher 5. Am Kraftstoffhochdruckspeicher 5 sind Anschlüsse 6 angeordnet, die jeweils zu einem Zylinder der Brennkraftmaschine führen. Jeder der Anschlüsse 6 ist über eine Kraftstoffzuleitung 7 mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Kraftstoffeinspritzventil 1 verbunden. Das Kraftstoffeinspritzventil 1 umfasst einen als Kolben 8 ausgebildeten Kolben, der in einem Kopplergehäuse 9 geführt ist, sowie ein Einspritzventilglied 10, das auch als Düsennadel bezeichnet werden kann. Das Einspritzventilglied 10 ist in einer bevorzugten Ausführungsform des Kraftstoffeinspritzventils 1 in einen Übersetzerabschnitt 11, einen Führungsabschnitt 12 und einen Nadelabschnitt 13 unterteilt.

Der Kolben 8, das Kopplergehäuse 9 und das Einspritzventilglied 10 sind in einem Gehäuse aufgenommen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse in ein Injektorgehäuseteil 14 und ein Düsengehäuseteil 15 aufgeteilt. Die Verbindung des Injektorgehäuseteils 14 und des Düsengehäuseteils 15 erfolgt vorzugsweise kraftschlüssig mittels einer hier nicht dargestellten Düsenspannmutter.

Weiterhin umfasst das Kraftstoffeinspritzventil 1 mindestens eine Einspritzöffnung 16, welche durch den Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 verschlossen werden kann. Zum Verschließen der Einspritzöffnung 16 wird der Nadelabschnitt 13 des Einspritzventilgliedes 10 an einen oberhalb der Einspritzöffnung 16 angeordneten Sitz 17 gestellt. Eine axiale Bewegung zum Öffnen und Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird dadurch gewährleistet, dass das Einspritzventilglied 10 mit seinem Führungsabschnitt 12 in einer im Düsengehäuseteil 15 angeordneten Nadelführung 18 geführt ist. Der Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 ist von einer Hülse 19 umschlossen. Die Hülse 19 dient als seitliche Begrenzung eines Druckraumes 20. Die Hülse 19 ist mit einer Dichtkante 21 versehen, die gegen einen als Dichtsitz dienenden Absatz 22 des Kopplergehäuses 9 oder wie in Fig. 2 dargestellt gegen eine dazwischen angeordnete Drosselplatte gepresst wird. Hierdurch wird eine flüssigkeits- und damit druckdichte Verbindung der Hülse 19 mit dem Absatz 22 des Kopplergehäuses 9 erreicht. Der Druckraum 20 ist dabei in einen Kopplerraum 20a und einen Steuerraum 20b unterteilt, wobei der Kolben 8 den Kopplerraum 20a und der Übersetzerabschnitt 11 den Steuerraum 20b begrenzen.

An einer der Dichtkante 21 gegenüberliegenden Stirnfläche 23 der Hülse 19 stützt sich ein Federelement 24 ab. Das Federelement 24 ist ringförmig ausgebildet und umschließt den Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10. Als Federelemente 24 eignen sich zum Beispiel Spiralfedern, Rohrfedern oder weitere dem Fachmann bekannte, ringförmig ausgebildete Federelemente. Mit seiner anderen Seite stützt sich das Federelement 24 gegen einen Ring 25, welcher vorzugsweise in einem Einstich 26, der sich zwischen dem Übersetzerabschnitt 11 und dem Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 befindet, angeordnet ist.

Das Kopplergehäuse 9 ist von einem zweiten Federelement 27 umgeben, welches sich mit einer Seite auf einer Stufe 28 am Kopplergehäuse 9 und mit seiner anderen Seite an einem Ring 29, welcher an einer Stufe 30 am Kolben 8 anliegt, abstützt. Die Stufe 28 dient dabei gleichzeitig als Führung des Kopplergehäuses 9 im Injektorgehäuseteil 14. Durch die von dem Federelement 27 aufgebraachte Federkraft wird das Kopplergehäuse 9 auf einem Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 fixiert. Das Federelement 27 ist in einem ersten Federraum 32 aufgenommen, welcher zwischen dem Kopplergehäuse 9 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 angeordnet ist. In der Stufe 28 des Kopplergehäuses 9 ist mindestens eine Nut 34, die vorzugsweise axial ausgerichtet ist, aufgenommen. Über die mindestens eine Nut 34, im Absatz 31 am Düsengehäuseteil 15 ausgebildete Nuten 35 und einen mindestens eine Ringspalt 36, der zwischen der Außenwand 37 der Hülse 19 und der Innenwand 38 des Düsengehäuseteils 15 ausgebildet ist, steht der erste Federraum 32 mit einem den Übersetzerabschnitts 11 des Einspritzventilgliedes 10 umgebenden zweiten Federraum 39 in hydraulischer Verbindung. Hierzu sind die mindestens eine Nut 34 und die Nuten 35 im Absatz 31 des Düsengehäuseteils 15 vorzugsweise so ausgerichtet, dass ihre Positionen radial und axial übereinstimmen. Der zweite Federraum 39 steht über mindestens einen Kanal, der zwischen mindestens einem Anschliff 40 im Führungsabschnitt 12 des Einspritzventilgliedes 10 und der Nadelführung 18 ausgebildet ist, in hydraulischer Verbindung mit einem Düsenraum 41.

Die Steuerung des Kraftstoffeinspritzventils 1 erfolgt über einen Aktor, welcher auf eine obere Stirnfläche 42 des Kolbens 8 wirkt. Als Aktor wird vorzugsweise ein Piezoaktor 43 eingesetzt. Es eignen sich aber auch Elektromagneten oder hydraulisch/mechanische Steller.

Der Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils 1 erfolgt hydraulisch mit unter Systemdruck stehendem Kraftstoff. Der Kraftstoff wird durch den Kraftstoffhochdruckspeicher 5 bereitgestellt. Über die Kraftstoffzuleitung 7 strömt der Kraftstoff in einen Ringraum 44, der den Piezoaktor 43 umgibt. Über einen Spalt 45 zwischen dem Kolben 8 und der Innenwand 33 des Injektorgehäuseteils 14 gelangt der unter Systemdruck stehende Kraftstoff in den ersten Federraum

32. Über die mindestens eine Nut 34, die Nuten 35 im Absatz 31 des  
Düsengehäuseteils 15 und den Ringspalt 36 strömt der Kraftstoff in den zweiten  
Federraum 39. Von dort gelangt der Kraftstoff entlang dem mindestens einen  
Anschliff 40 in den Düsenraum 41. Aufgrund der hydraulischen Verbindungen  
5 zwischen dem Ringraum 44, dem ersten Federraum 32, dem zweiten Federraum  
39 und dem Düsenraum 41 herrscht sowohl im Ringraum 44, als auch im ersten  
Federraum 32, dem zweiten Federraum 39 und dem Düsenraum 41  
Systemdruck. Die genannten Kanäle der Kraftstoffzuleitung 7 bis zum  
Düsenraum 41 bilden somit insgesamt einen Kraftstoffhochdruckbereich im  
10 Kraftstoffeinspritzventil 1, in dem Systemdruck herrscht.

Zum Erzielen einer Längenänderung wird der Piezoaktor 43 mit einem Strom (I)  
geladen, wobei eine entsprechende Spannung (U) anliegt. Eine Längenänderung  
des Piezoaktors wirkt wie folgt:

15 Wird der Kolben 8 beispielsweise entgegen der mit dem Pfeil 46  
gekennzeichneten Bewegungsrichtung mit einer unteren Stirnseite 47 in den  
Druckraum 20 bewegt, verringert sich das Volumen im Druckraum 20, wodurch  
der Druck darin steigt. Hierdurch steigt die hydraulische Kraft, die auf eine  
20 Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt. Die  
auf die Stirnfläche 48 wirkende hydraulische Kraft ist einer auf das  
Einspritzventilglied 10 infolge von Druckstufen 50, 51 wirkenden hydraulischen  
Kraft entgegengerichtet. Das Verschließen der mindestens einen  
Einspritzöffnung 16 wird durch die Federkraft des Federelementes 24 unterstützt.  
25 Hierzu wirkt das Federelement 24 auf eine Stirnfläche 54 des Ringes 25. Um  
auch bei Druckschwankungen im Kraftstoffhochdruckbereich stets eine  
Schließstellung des Einspritzventilgliedes 10 sicherzustellen, liegt am Piezoaktor  
43 zwischen zwei Einspritzungen stets eine ausreichende positive  
Haltespannung U an.

30 Zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum 52 der  
Verbrennungskraftmaschine wird der Piezoaktors 43 entladen und die am  
Piezoaktor 43 anliegende Spannung U wird gesenkt. Hierdurch kontrahieren die  
Piezokristalle und der Piezoaktor 43 zieht sich zusammen. Unterstützt durch die  
35 von dem Federelement 27 ausgeübte Federkraft bewegt sich der Kolben 8 in die

mit dem Pfeil 46 gekennzeichnete Bewegungsrichtung. Hierdurch bewegt sich die untere Stirnfläche 47 des Kolbens 8 aus dem Druckraum 20, wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Aufgrund des sich vergrößernden Volumens des Druckraumes 20 nimmt der Druck im Druckraum 20 ab. Da der Druck im Druckraum 20 hierbei unter den Systemdruck sinkt, ist es erforderlich, dass die Verbindung zwischen der Hülse 19 und dem Absatz 22 im Kopplergehäuse 9 druckdicht ist. Die Befüllung des Druckraumes 20 erfolgt durch Führungsleckage zwischen dem Kopplergehäuse 9 und dem Kolben 8 bzw. zwischen der Innenseite 43 der Hülse 19 und dem Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10.

Aufgrund des sinkenden Drucks im Druckraum 20 bei nicht geladenem Piezoaktor 43 nimmt die auf die Stirnfläche 38 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft ab. Sobald die auf die Druckstufen 50 und 51 wirkende hydraulische Kraft größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnfläche 38 und die Federkraft des Federelementes 34, hebt das Einspritzventilglied 10 ab und gibt so die mindestens eine Einspritzöffnung 16 frei. Hierbei strömt Kraftstoff aus dem Düsenraum 41 über die Einspritzöffnung 16 in den Brennraum 52.

Zum Verschließen der mindestens einen Einspritzöffnung 16 wird der Piezoaktor 43 wieder bestromt. Die Piezokristalle dehnen sich dadurch aus und der Piezoaktor 43 längt sich. Hierdurch fährt der Kolben 8 wieder entgegen der mit dem Pfeil 46 gekennzeichneten Bewegungsrichtung in den Druckraum 20 ein, wodurch sich das Volumen des Druckraumes 20 verringert. Hierdurch vergrößert sich wiederum der Druck im Druckraum 20 und damit die auf die Stirnfläche 48 des Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkende hydraulische Kraft. Sobald die auf den Ring 25 wirkende Federkraft des Federelementes 24 und die hydraulische Kraft, die auf die Stirnfläche 48 am Übersetzerabschnitt 11 des Einspritzventilgliedes 10 wirkt, größer ist als die auf die Druckstufen 50 und 51 wirkende hydraulische Kraft, bewegt sich das Einspritzventilglied 10 in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung 16 und wird an den Sitz 17 gestellt. Hierdurch wird die mindestens eine Einspritzöffnung 16 verschlossen und der Einspritzvorgang in den Brennraum 52 wird beendet.

Erfindungsgemäß ist die Hülse 19 so ausgebildet, dass an ihr eine Druckangriffsfläche 55 ausgebildet ist, auf die der im Druckraum 20 herrschende Druck wirkt und eine entgegen der Feder 24 gerichtete Kraft ausübt. Im Beispielfall ist die Druckangriffsfläche 55 durch eine Fase gebildet, die druckraumseitig an der Innenseite der Hülse 19 angeordnet ist. Die Kraft der Feder 24 und die Größe der Druckstufe sind dabei so dimensioniert, dass ein Druckentlastungsventil 56 gebildet wird, das bei über Systemdruck liegendem Druck im Druckraum 20 zum Kraftstoffhochdruckbereich hin öffnet, indem die Dichtkante 21 bei Erreichen des Öffnungsdruckes vom Absatz 31 entgegen der Kraft der Feder 24 abhebt und einen Spalt zum dahinter liegenden Hochdruckbereich freigibt. Auf diese Weise wird ein Überdruck im Druckraum 20 vermieden.

Mit Hilfe des Druckentlastungsventils 56 ist es möglich, die Spannung von einer den Piezoaktor 43 schonenden, abgesenkten Haltespannung aus kurzfristig auf das vor der Einspritzung erforderliche Spannungsniveau hoch zu fahren. Der mit dem Hochfahren der Spannung einhergehende Druckanstieg im Druckraum 20, der wegen des hohen Gradienten der Spannungsänderung  $dU/dt$  nicht durch Leckage ausgeglichen werden kann, führt wegen des Druckentlastungsventils 56 nicht zu einem unzulässig hohen Druckanstieg im Druckraum 20. Damit ist es möglich, das Spannungsniveau auch zwischen zwei kurz hintereinander liegenden Einspritzungen zu senken, beispielsweise zwischen einer Haupt- und einer Nacheinspritzung, und so den Piezoaktors zusätzlich zu schonen.

In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, das sich vom ersten Ausführungsbeispiel dahingehend unterscheidet, dass zwischen dem Kopplerraum 20a und dem Steuerraum 20b eine Drossel 57 angeordnet ist.

Die Figur 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem das Druckentlastungsventil 56 im Kopplerraum 20b angeordnet ist. Am Kolben 8 ist hierzu eine Hülse 19a geführt, die von einem Federelement 24a in eine Schließstellung beaufschlagt ist. An der Hülse 19a ist eine Dichtkante 21a ausgebildet, die mit einem korrespondierenden Dichtsitz zusammenwirkt. Kopplerraumseitig ist an der Hülse 19a eine Druckangriffsfläche 55a in Form einer Fase ausgebildet. Die Druckangriffsfläche 55a und das Federelement 24a

sind dabei so dimensioniert, dass das Druckentlastungsventil 56 bei einem Kraftstoffdruck oberhalb des Kraftstoffzulaufdrucks öffnet, so dass ein Druckabbau zum Kraftstoffzulaufkanal 7 hin erfolgt.

- 5 Die Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. So sind zahlreiche Änderungsmöglichkeiten bei der konkreten Ausführung denkbar, die den Sinngehalt der Erfindung nicht wesentlich verändern. So könnte beispielsweise das Einspritzventilglied 10 mehrteilig ausgeführt sein und der
- 10 Übersetzerabschnitt 11 könnte mit einer Druckstange verbunden sein, die das Einspritzventilglied 10 betätigt. Das Druckentlastungsventil 56 kann auch durch ein konventionelles Überdruckventil bekannter Bauart gebildet sein.

## Ansprüche

- 5 1. Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine mit mindestens einer Einspritzöffnung (16), einem Einspritzventilglied (10), das die Einspritzung von Kraftstoff über die Einspritzöffnung (16) steuert, mit einem Aktor (43), der einen Kolben (8) betätigt an dem eine Druckfläche (47) ausgebildet ist, mit einem Druckraum (20), der mit Kraftstoff gefüllt ist und von der Druckfläche (47)
- 10 begrenzt ist, mit einem Kraftstoffzulaufkanal (7), der in Abhängigkeit von der Stellung des Einspritzventilgliedes (10) mit der Einspritzöffnung verbunden ist, wobei der Kraftstoffdruck im Druckraum (20) eine Kraft auf das Einspritzventilglied (10) ausübt, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (20) über ein Druckentlastungsventil (56) mit dem Kraftstoffzulaufkanal (7)
- 15 verbunden ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (20) von einem Kopplerraum (20a) und einem Steuerraum (20b) gebildet wird, wobei die Druckfläche (47) den Kopplerraum (20a) und das
- 20 Einspritzventilglied (10) bzw. ein mit diesem in Wirkverbindung stehender Übersetzerabschnitt (11) den Steuerraum (20b) begrenzen.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplerraum (20a) und der Steuerraum (20b) über eine Drossel (57)
- 25 miteinander verbunden sind.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckraum (20) von einer Hülse (19, 19a) begrenzt ist, die von einem Federelement (24, 24a) in Richtung einer
- 30 Schließstellung beaufschlagt ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19, 19a) den Druckraum (20) gegenüber der Kraftstoffzulaufleitung (7) begrenzt.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass an der Hülse (19, 19a) eine Dichtkante (21, 21a) ausgebildet ist, die mit einem korrespondierenden Dichtsitz zusammenwirkt .

5

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19, 19a) ein Ventilglied des Druckentlastungsventils (56) bildet.

10

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an der Hülse (19, 19a) druckraumseitig eine Druckangriffsfläche (55) ausgebildet ist, die in Abhängigkeit des Kraftstoffdruckes im Druckraum (20) eine Kraft entgegen dem Federelement (24, 24a) bewirkt, wobei das Federelement (24, 24a) und die Druckangriffsfläche (55) derart dimensioniert sind, dass die Hülse (19, 19a) bei einem bestimmten Druck oberhalb eines Systemdruckes in der Kraftstoffzulaufleitung (7) vom Dichtsitz abhebt.

15

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19) am Einspritzventilglied (10) bzw. am Übersetzerabschnitt (11) geführt ist.

20

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (19a) am Kolben (8) geführt ist.

25

11. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffeinspritzventil (1), das einen Aktor (43) umfasst, der über Kolben (8) und einen Druckraum (20) in hydraulischer Wirkverbindung mit einem Einspritzventilglied (10) steht und mit einer elektrischen Spannung beaufschlagt ist, die die Lage des Kolbens (8) bestimmt, wobei die elektrische Spannung kurz vor Beginn einer Einspritzung erhöht wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine infolge der Spannungserhöhung auftretende Druckerhöhung im Druckraum (20) mit Hilfe eines Druckentlastungsventils (56) zu einem Kraftstoffzulaufkanal (7) hin abgebaut wird.

30

