

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 354 527 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(51) Int Cl.:

F02M 47/02 (2006.01)**F02M 63/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **11150096.3**(22) Anmeldetag: **04.01.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

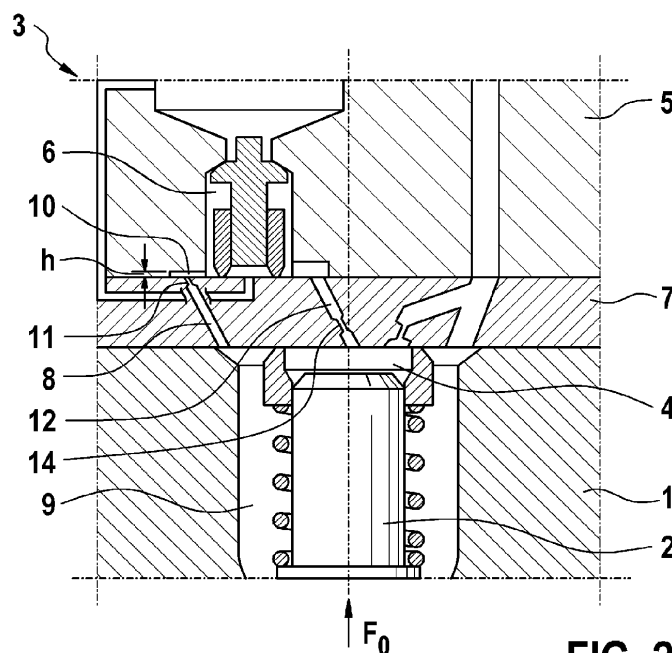
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH****70442 Stuttgart (DE)**(72) Erfinder: **Rapp, Holger****71254, Ditzingen (DE)**(30) Priorität: **05.02.2010 DE 102010001612**(54) **Kraftstoffinjektor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer in einem Düsenkörper (1) hubbeweglich geführten Düsennadel (2) zum Schließen und Freigeben wenigstens einer im Düsenkörper (1) ausgebildeten Einspritzöffnung und mit einem Steuerventil (3) zur indirekten Ansteuerung der Düsennadel (2), indem durch Öffnen oder Schließen des Steuerventils (3) ein die Düsennadel (2) in Schließrichtung beaufschlagender Steuerdruck in einem Steuerraum (4) verändert wird, wobei das Steuerventil (3) einen in einer Ventilplatte (5) ausgebildeten Ventilraum (6) umfasst, der von einer Drosselplatte (7) begrenzt wird, die zwi-

schen dem Düsenkörper (1) und der Ventilplatte (5) angeordnet ist und in welcher wenigstens eine Bohrung (8, 12) zur Verbindung des Ventilraums (6) mit dem Steuerraum (4) und/oder einem Hochdruckkanal (9) ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß mündet die Bohrung (8, 12) über einen zwischen der Ventilplatte (5) und der Drosselplatte (7) ausgebildeten Axialspalt (10, 13) in den Ventilraum (6) und besitzt im Mündungsbereich einen reduzierten Durchmesser d zur Ausbildung einer Drossel (11, 14), deren Drosselwirkung über die Höhe h des Axialspalts (10, 13) beeinflussbar ist.

**FIG. 2****EP 2 354 527 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem, insbesondere ein Common-Rail-Einspritzsystem, zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Ein Kraftstoffinjektor der eingangs genannten Art geht beispielsweise aus der DE 10 2004 061 800 A1 hervor. Dieser weist zum Öffnen und Schließen einer in einem Düsenkörper hubbeweglich geführten Düsenadel ein Steuerventil mit einem Ventilkörper auf, der zumindest in einem Teilbereich geführt ist. Durch die Führung des Ventilkörpers, beispielsweise mittels einer Hülse, ist eine verschleißarme Betätigung des Steuerventils gewährleistet. Der Ventilkörper ist zudem in einem Ventilraum aufgenommen, der über eine erste, als Ablaufkanal dienende Bohrung in Verbindung mit einem Steuerraum und über eine zweite, als Bypass bezeichnete Bohrung in Verbindung mit einem Zulaufkanal steht. Über den Bypass und den Ablaufkanal kann in einer ersten Schließstellung des Ventilkörpers zusätzlich Kraftstoff in den Steuerraum strömen, so dass ein schnelles Schließen der Düsenadel bewirkt wird.

[0003] Ein weiterer gattungsgemäßer Kraftstoffinjektor geht aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 001 330 A1 hervor. Das Ventilglied des Steuerventils ist hierbei in einer Hülse geführt, die dichtend an einer den Ventilraum vom Steuerraum trennenden Drosselplatte anliegt. Die Hülse begrenzt zwischen dem Ventilglied und der Drosselplatte einen Niederdruckraum, der zu einer Reduktion der hydraulischen Schließkraft am Ventilglied und damit zu einer Druckentlastung des Ventilglieds führt. Dadurch werden auch die benötigten Ansteuerungen bzw. -ströme reduziert. Die Hülse besitzt jedoch einen gewissen Platzbedarf, so dass der Ventilraum ein größeres Volumen aufweisen muss. Das vergrößerte Ventilraumvolumen führt zu einem verzögerten Druckaufbau sowohl im Ventilraum, als auch im Steuerraum, der über wenigstens eine in der Drosselplatte ausgebildeten Bohrung in Verbindung mit dem Ventilraum steht. Ferner ist die Bohrung derart zu führen, dass ihr Mündungsbereich außerhalb der dichtend an der Drosselplatte anliegenden Hülse liegt. Hierzu kann die Dicht- hülse im Anlagebereich mit einem verringerten Durchmesser und/oder der Ventilraum mit einer radialen Auf- weitung im Mündungsbereich der Bohrung ausgestattet sein, wobei eine weitere Vergrößerung des Ventilraum- volumens unvermeidlich ist. Da zudem eine in der Boh- rung ausgebildete Drossel fertigungsbedingt oftmals im Bereich der Unterseite der Drosselplatte, das heißt in der Nähe des Steuerraums, angeordnet ist, wird das Ventil- raumvolumen durch die sich an die Drossel anschließen- de Abströmbohrung weiter vergrößert.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ei-

nen Kraftstoffinjektor der vorstehend beschriebenen Art derart weiterzubilden, dass das Ventilraumvolumen, ins- besondere bei Anordnung einer das Ventilglied druck- entlastenden Dichthülse, möglichst klein gehalten wird. Zudem soll die Ausbildung wenigstens einer in der Dros- selplatte angeordneten Bohrung bzw. Drossel vereinfacht werden.

[0005] Zur Lösung der Aufgabe wird ein Kraftstoffin- jektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschla- gen. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor weist ei- ne in einem Düsenkörper hubbeweglich geführte Düsen- nadel zum Schließen und Freigeben wenigstens einer im Düsenkörper ausgebildeten Einspritzöffnung und ein Steuerventil zur indirekten Ansteuerung der Düsenadel auf, indem durch Öffnen oder Schließen des Steuerventils ein die Düsenadel in Schließrichtung beaufschla- gender Steuerdruck in einem Steuerraum verändert wird. Das Steuerventil umfasst dabei einen in einer Ventilplatte ausgebildeten Ventilraum, der von einer Drosselplatte begrenzt wird, die zwischen dem Düsenkörper und der Ventilplatte angeordnet ist und in welcher wenigstens ei- ne Bohrung zur Verbindung des Ventilraums mit dem Steuerraum und/oder einem Hochdruckkanal ausgebil- det ist.

[0007] Erfindungsgemäß mündet die wenigstens eine Bohrung über einen zwischen der Ventilplatte und der Drosselplatte ausgebildeten Axialspalt in den Ventilraum und besitzt im Mündungsbereich einen reduzierten Durchmesser d zur Ausbildung einer Drossel, deren Drosselwirkung über die Höhe h des Axialspalts beein- flussbar ist. Die Drosselstelle ist demnach in den Mün- dungsbereich verlagert, so dass die Bohrung derart aus- gebildet sein kann, dass sie weitestgehend einen kon- stanten Durchmesser besitzt. Dadurch wird zum Einen die Herstellung der Bohrung vereinfacht, zum Anderen kann eine im Bereich der Unterseite der Drosselplatte ausgebildete Drosselstelle und damit eine sich hieran anschließende lange Abströmbohrung entfallen. Durch den Wegfall der Abströmbohrung wird das Ventilraum- volumen verringert, was wiederum zu einem schnellen Druckaufbau und zu schnellen Schaltzeiten führt. Gleich- zeitig wird die Kleinstmengenfähigkeit des Kraftstoffin- jektors und ferner sein Verschleißverhalten im Bereich des Ventilsitzes verbessert. Denn aufgrund des kleineren Ventilraumvolumens steigt der Druck im Ventilraum während des Schließvorgangs des Steuerventils schnell an, so dass der verbleibende Druckhub und der Schlupf des Ventils im Sitz nach dem Einschlag sich verringern.

[0008] Neben der Herstellung der Bohrung wird ferner die Herstellung der Drossel vereinfacht. Diese ist nun- mehr im Mündungsbereich der Bohrung und damit an leicht zugänglicher Stelle an der Oberseite der Drossel- platte ausgebildet. Zudem entfallen eine sich an die Dros-

sel anschließende Abströmbohrung und/oder ein Diffusor. Des Weiteren kann auf eine Verrundung der Bohrung im Bereich der Drossel verzichtet werden, so dass ein weiterer aufwendiger Fertigungsschritt entfällt. Die Drosselung erfolgt im Mündungsbereich der Bohrung und kann über die Höhe h des Axialspalts zwischen der Ventilplatte und der Drosselplatte beeinflusst werden. Denn der die Drosselwirkung bestimmende Querschnitt entspricht der Mantelfläche eines gedachten Zylinders, der entsteht, wenn der Durchmesser d der in der Drosselplatte ausgebildeten Abströmfläche auf die gegenüberliegende Fläche der Ventilplatte projiziert wird. Die Höhe h des Axialspalts entspricht dabei der Höhe des Zylinders. Die gewünschte Drosselwirkung kann demnach durch Festlegung der Parameter d und h bei der Herstellung erreicht werden.

[0009] Die Höhe h des Axialspalts ist zudem möglichst klein gewählt, um das Ventilraumvolumen klein zu halten. Bevorzugt beträgt die Höhe h des Axialspalts $\leq 500 \mu\text{m}$, vorzugsweise $\leq 100 \mu\text{m}$, weiterhin vorzugsweise $\leq 50 \mu\text{m}$. Der Axialspalt zwischen der Ventilplatte und der Drosselplatte wird bevorzugt durch eine vorrangig radial verlaufende Nut in der Ventilplatte gebildet. Alternativ oder ergänzend kann aber auch eine entsprechende Ausnehmung in der Drosselplatte vorgesehen sein.

[0010] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform verbindet die in der Drosselplatte ausgebildete Bohrung den Ventilraum des Steuerventils mit dem Hochdruckkanal und die im Mündungsbereich der Bohrung ausgebildete Drossel dient als Füll-drossel. Durch diese Maßnahmen ist ein schnelles Befüllen des Ventilraumvolumens und damit ein schneller Druckaufbau im Steuerraum sichergestellt, der wiederum ein schnelles Dü-sennadelschließen gewährleistet. Denn der Ventilraum und der Steuerraum sind über wenigstens eine weitere in der Drosselplatte ausgebildete und als Ablaufkanal dienende Bohrung hydraulisch verbunden.

[0011] Die als Ablaufkanal dienende weitere Bohrung, die den Ventilraum mit dem Steuerraum verbindet, mündet vorzugsweise über einen weiteren zwischen der Ventilplatte und der Drosselplatte ausgebildeten Axialspalt in den Ventilraum des Steuerventils. Dabei ist die Höhe h des Axialspalts derart gewählt, dass der über die Bohrung abströmende Kraftstoff einen Gegendruck, das heißt einen dem Strömungsdruck entgegen wirkenden Druck, erfährt, der den Eintrag von Gasblasen in den Ventilraum bei geöffnetem Ventil verringert. Um diesen Gegendruck zu erzeugen, ist die Höhe h des Axialspalts geringer als die Höhe einer als Schnaupe dienenden radialen Aufweitung des Ventilraums gewählt, die üblicherweise bei etwa 1 mm liegt.

[0012] Die als Ablaufkanal dienende weitere Bohrung umfasst eine Ablaufdrossel, die in herkömmlicher Weise durch eine Verringerung des Durchströmungsquerschnitts der Bohrung im Bereich der Unterseite der Drosselplatte, das heißt in der Nähe zum Steuerraum, ausgebildet sein kann. An die Drosselstelle schließt sich dann eine lange, das Ventilraumvolumen vergrößernde

Abströmbohrung an.

[0013] Um eine Vergrößerung des Ventilraumvolumens zu vermeiden, ist gemäß einer alternativen Ausführungsform bzw. einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die in der Drosselplatte ausgebildete Bohrung den Ventilraum mit dem Steuerraum verbindet und die im Mündungsbereich der Bohrung ausgebildete Drossel als Ablaufdrossel dient. Die vorstehend in Zusammenhang mit der die Füll-drossel aufweisenden Bohrung beschriebenen Vorteile gelten nunmehr für die als Ablaufkanal dienende Bohrung entsprechend. Das heißt, dass die Bohrung aufgrund ihres weitestgehend konstanten Durchmessers einfach herstellbar ist. Die Verlagerung der Drosselstelle in den Mündungsbereich vereinfacht zudem die Ausbildung der Drossel, die nunmehr an der Oberseite der Drosselplatte angeordnet ist und eine lange Abströmbohrung und/oder einen Diffusor ent-behrlich macht. Zusätzlich zum Abaufkanal kann eine weitere, entsprechend ausgebildete Bohrung bzw. Drossel zur Verbindung des Ventilraums mit dem Hochdruckkanal vorgesehen sein, so dass ferner ein schnelles Befüllen des Ventilraumvolumens und damit einer schneller Druckaufbau im Steuerraum gewährleistet ist.

[0014] Ergänzend kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine in der Drosselplatte vorgesehene Bohrung zumindest in einem Teilbereich hydroerosiv verrundet ausgebildet ist. Diese Maßnahme erweist sich insbesondere dann als vorteilhaft, wenn der Durchfluss einer Drossel zu stark streut. Die Verrundung erfolgt vorzugsweise im zusammengefügt Zustand mit zugehöriger Ventilplatte.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Steuerventil ein mit einem Ventilsitz zusammenwirkendes hubbewegliches Ventilglied, dessen ventilsitzabgewandtes Ende in einer an der Drosselplatte dichtend anliegenden und einen Niederdruckraum begrenzenden Hülse geführt ist, so dass das Ventilglied in Anlage am Ventilsitz druckentlastet ist. Denn durch die Führung des Ventilgliedes in einer solchen Dichthülse wird die hydraulische Schließkraft auf das Ventilglied reduziert. Dies wiederum führt zu einer Verringerung der Schaltkräfte und damit einhergehend zu einer Verringerung der benötigten Ansteuerspannungen bzw. -ströme.

[0016] Da die Dichthülse in der Regel ein vergrößertes Ventilraumvolumen erfordert, kommen die Vorteile der Erfindung insbesondere bei einem Steuerventil mit einer solchen Dichthülse zum Tragen. Denn das Zusammenwirken der in der Drosselplatte ausgebildeten Bohrung mit dem in der Ventilplatte ausgebildeten Axialspalt vermag zumindest einen Teil der Ventilraumvergrößerung zu kompensieren.

[0017] Vorzugsweise ist der von der Hülse begrenzte Niederdruckraum über eine Bohrung an einen Rücklauf angeschlossen. Die den Niederdruckraum mit einem Rücklauf verbindende Bohrung ist zumindest teilweise ebenfalls in der Drosselplatte ausgebildet.

[0018] Weiterhin vorzugsweise ist zur Betätigung des Steuerventils ein Piezoaktor vorgesehen.

[0019] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektor im Bereich der Drosselplatte,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch einen ersten erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor im Bereich der Drosselplatte und

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen zweiten erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor im Bereich der Drosselplatte.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Der Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines bereits bekannten Kraftstoffinjektors zu entnehmen. Der Ausschnitt zeigt den Kraftstoffinjektor im Bereich einer Drosselplatte 7 einschließlich angrenzender Bauteile. Letztere umfassen einen Düsenkörper 1, der in der Zeichnung von unten an die Drosselplatte 7 angesetzt ist und der Aufnahme einer hubbeweglich geführten Düsennadel 2 zum Freigeben oder Verschließen wenigstens einer im Düsenkörper 1 ausgebildeten Einspritzöffnung dient, sowie eine Ventilplatte 5, die in der Zeichnung von oben an die Drosselplatte 7 angesetzt ist und der Aufnahme eines Steuerventils 3 zur indirekten Ansteuerung der Düsennadel 2 dient. Das Steuerventil 3 weist hierzu einen mit einem Rücklauf 20 verbindbaren Ventilraum 6 auf, der ferner über eine als Ablaufkanal ausgebildete Bohrung 12 mit einem Steuerraum 4 in Verbindung steht. Der Steuerraum 4 steht wiederum über einen Zulaufkanal 21 in hydraulischer Verbindung mit einem Hochdruckkanal 9, so dass eine Befüllung des Steuerraums 4 mit Kraftstoff bei geschlossenem Steuerventil 3 gewährleistet ist. Der über den Zulaufkanal 21 in den Steuerraum 4 einströmende Kraftstoff bewirkt einen Anstieg des dort vorhandenen Steuerdrucks, der die Düsennadel 2 in Schließrichtung beaufschlagt. Die Düsennadel 2 vollzieht eine Schließbewegung bzw. wird in ihrer Schließstellung gehalten. Wird das Steuerventil 3 geöffnet, wobei eine Verbindung des Ventilraums 6 zum Rücklauf 20 hergestellt und eine Abstemmenge dem Rücklauf 20 zugeführt wird, kommt es im Ventilraum 6 und im Steuerraum 4 zu einem Druckabfall, der einen Öffnungshub der Düsennadel 2 ermöglicht. Die Betätigung des Steuerventils 3 erfolgt vorliegend durch Einsatz eines Piezoaktors, der bei Bestromung ein Ventilglied 16 des Steuerventils 3 aus seinem Ventilsitz 15 hebt und damit die Verbindung des Ventilraums 6 zum Rücklauf 20 herstellt. Das Ventilglied 16 ist vorliegend in einer Hülse 18 geführt, die dichtend an der Drosselplatte 7 anliegt und einen Niederdruckraum 17 radial begrenzt. Über eine Bohrung 19 steht der Niederdruckraum 17 in Verbindung mit dem Rücklauf 20. Dadurch, dass das Ventilsitzabge-

wandte und in der Hülse 18 aufgenommene Ende des Ventilgliedes 16 nicht hochdruckbeaufschlagt ist, wird das Ventilglied 16 druckentlastet. Die Betätigung des Steuerventils erfordert demnach geringere Schaltkräfte, das heißt geringere Ansteuerspannungen bzw. Ansteuerströme. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Auslegung des Piezoaktors als Betätigungsmittel aus.

[0021] Ein Nachteil der Anordnung einer Hülse 18 in dem Ventilraum 6 besteht jedoch darin, dass die Hülse 18 einen größeren Ventilraumvolumen erfordert. Um dennoch eine schnelle Befüllung und damit einen schnellen Druckanstieg im Ventilraum 6 und im mit dem Ventilraum 6 verbundenen Steuerraum 4 zu ermöglichen, ist neben der als Ablaufkanal dienenden Bohrung 12 und dem Zulaufkanal 21 eine weitere Bohrung 8 in der Drosselplatte vorgesehen, die den Ventilraum 6 direkt mit dem Hochdruckkanal 9 verbindet. Bei geschlossenem Steuerventil 3 strömt somit nicht nur Kraftstoff über den Zulaufkanal 21 in Steuerraum 4, sondern auch über die Bohrungen 8 und 12, wobei die als Ablaufkanal dienende Bohrung 12 in umgekehrter Richtung durchströmt wird.

[0022] Üblicherweise weist jede als Ablauf- und/oder als Zulaufkanal dienende Bohrung 8, 12, 21 eine Drossel 11, 14, 22 zur Drosselung des Kraftstoffstroms auf. Zur Ausbildung der Drosseln 11, 14, 22 weisen die Bohrungen 8, 12 und 21 jeweils einen verringerten Durchströmungsquerschnitt im Bereich der Unterseite der Drosselplatte 7 auf. An den verringerten Durchströmungsquerschnitt schließt sich jeweils eine lange Abströmbohrung an, die in den Ventilraum 6 im Bereich einer radialen Aufweitung, das heißt einer Schnaupe, mündet. Sowohl die langen Abströmbohrungen, als auch das Volumen der Schnaupen tragen zu einer unerwünschten Vergrößerung des Volumens des Ventilraums 6 bei.

[0023] Bei dem in der Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor wird der Nachteil eines vergrößerten Ventilraumvolumens aufgrund des Einsatzes einer Hülse 18 zur Druckentlastung des Ventilgliedes 16 dadurch kompensiert, dass die Drossel 11 der Bohrung 8 in den Mündungsbereich der Bohrung 8 verlagert wurde. Eine lange den Ventilraum 6 vergrößernde Abströmbohrung entfällt somit. Des Weiteren wurde die Schnaupe durch einen Axialspalt 10 zwischen der Ventilplatte 5 und der Drosselplatte 7 ersetzt, über dessen Höhe h die Drosselwirkung beeinflussbar ist. Der Axialspalt 10 bildet somit einen Bestandteil der Drossel 11 aus. Die als Ablaufkanal dienende Bohrung 12 ist bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 weiterhin in herkömmlicher Weise ausgebildet, das heißt mit einer Drossel 14, die im unteren Bereich der Bohrung 12 ausgebildet ist und an welche sich eine lange Abströmbohrung anschließt. Alternativ kann aber auch die als Ablaufkanal dienende Bohrung 12 entsprechend der Bohrung 8 mit einer Drossel 14 im Mündungsbereich ausgebildet sein.

[0024] Eine weitere alternative Ausführungsform der als Ablaufkanal dienenden Bohrung 12 geht aus dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors hervor. Im Unter-

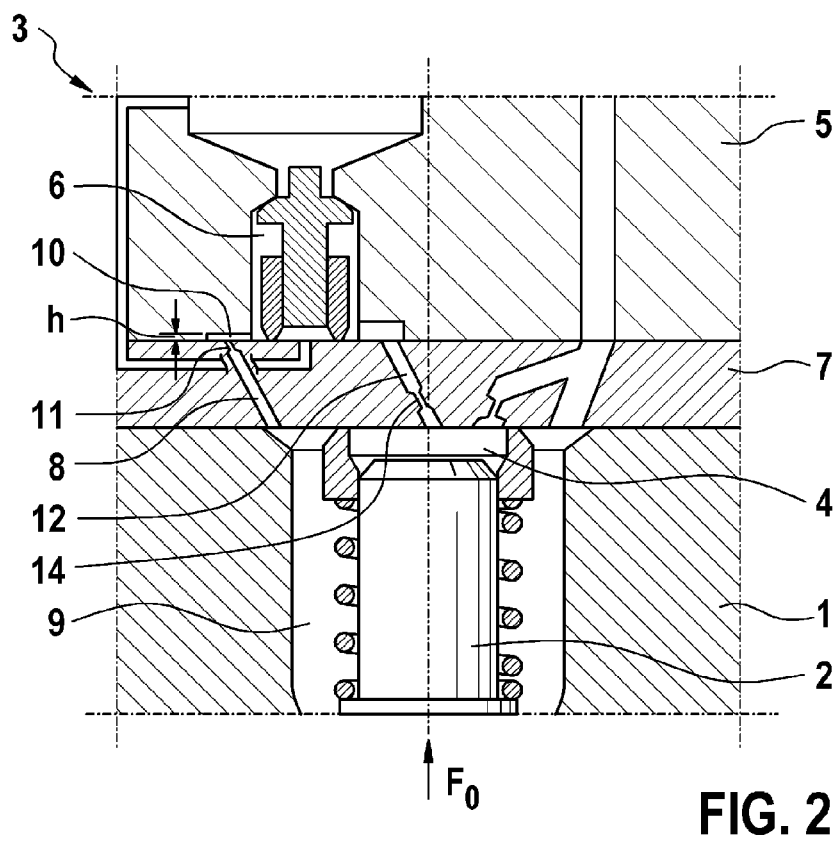
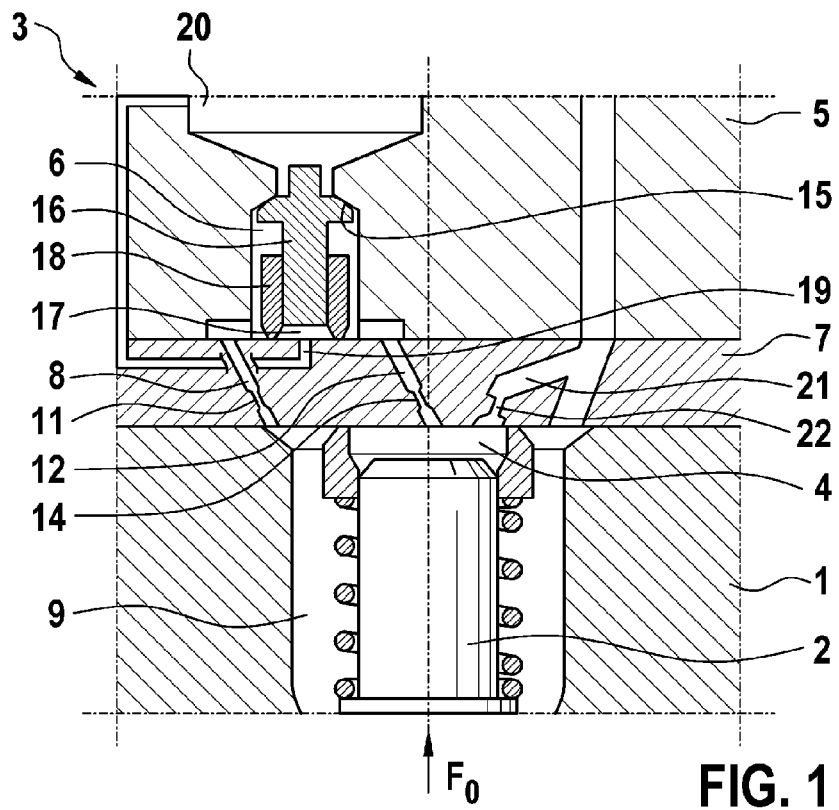
schied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 2 mündet die Bohrung 12 in einen Axialspalt 13, dessen Höhe h derart gewählt ist, dass ein Gegendruck auf den abströmenden Kraftstoff ausgeübt wird. Der Gegendruck soll den Eintrag von Gasblasen in den Ventilraum 6 verringern. Der Axialspalt 13 weist hierzu eine Höhe h auf, die gegenüber der Höhe der in Fig. 1 dargestellten Schnaupe deutlich reduziert ist, so dass eine Verkleinerung des Ventilraumvolumens erreicht wird. Die Höhe h des Axialspalts 13 ist jedoch größer als die Höhe h des Axialspalts 10 gewählt, da innerhalb der Bohrung 12 bereits eine Ablaufdrossel 14 zur Drosselung des Kraftstoffstroms ausgebildet ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer in einem Düsenkörper (1) hubbeweglich geführten Düsennadel (2) zum Schließen und Freigeben wenigstens einer im Düsenkörper (1) ausgebildeten Einspritzöffnung und mit einem Steuerventil (3) zur indirekten Ansteuerung der Düsennadel (2), indem durch Öffnen oder Schließen des Steuerventils (3) ein die Düsennadel (2) in Schließrichtung beaufschlagender Steuerdruck in einem Steuerraum (4) verändert wird, wobei das Steuerventil (3) einen in einer Ventilplatte (5) ausgebildeten Ventilraum (6) umfasst, der von einer Drosselplatte (7) begrenzt wird, die zwischen dem Düsenkörper (1) und der Ventilplatte (5) angeordnet ist und in welcher wenigstens eine Bohrung (8, 12) zur Verbindung des Ventilraums (6) mit dem Steuerraum (4) und/oder einem Hochdruckkanal (9) ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (8, 12) über einen zwischen der Ventilplatte (5) und der Drosselplatte (7) ausgebildeten Axialspalt (10, 13) in den Ventilraum (6) mündet und im Mündungsbereich einen reduzierten Durchmesser d zur Ausbildung einer Drossel (11, 14) besitzt, deren Drosselwirkung über die Höhe h des Axialspalts (10, 13) beeinflussbar ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe h des Axialspalts (10, 13) $\leq 500 \mu\text{m}$, vorzugsweise $\leq 100 \mu\text{m}$, weiterhin vorzugsweise $\leq 50 \mu\text{m}$ beträgt.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (8) den Ventilraum (6) mit dem Hochdruckkanal (9) verbindet und die Drossel (11) als Fülldrossel dient.
4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine als Ablaufkanal dienende weitere Bohrung (12) in der Drosselplatte (7) vorgesehen ist, die den Ventilraum (6) mit

dem Steuerraum (4) verbindet und über einen weiteren zwischen der Ventilplatte (5) und der Drosselplatte (7) ausgebildeten Axialspalt (13) in den Ventilraum (6) mündet, wobei die Höhe h des Axialspalts (13) derart gewählt ist, dass der über die Bohrung (12) abströmende Kraftstoff einen Gegendruck erfährt.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrung (12) den Ventilraum (6) mit dem Steuerraum (4) verbindet und die Drossel (14) als Ablaufdrossel dient.
6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Bohrung (8, 12) zumindest in einem Teilbereich hydroerosiv verrundet ausgebildet ist.
7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (3) ein mit einem Ventilsitz (15) zusammenwirkendes hubbewegliches Ventilglied (16) umfasst, dessen ventilsitzabgewandtes Ende in einer an der Drosselplatte (7) dichtend anliegenden und einen Niederdruckraum (17) begrenzenden Hülse (18) geführt ist, so dass das Ventilglied (16) in Anlage am Ventilsitz (15) druckentlastet ist.
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass der Niederdruckraum (17) über eine Bohrung (19) an einen Rücklauf (20) angeschlossen ist.
9. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Betätigung des Steuerventils (3) ein Piezoaktor vorgesehen ist.



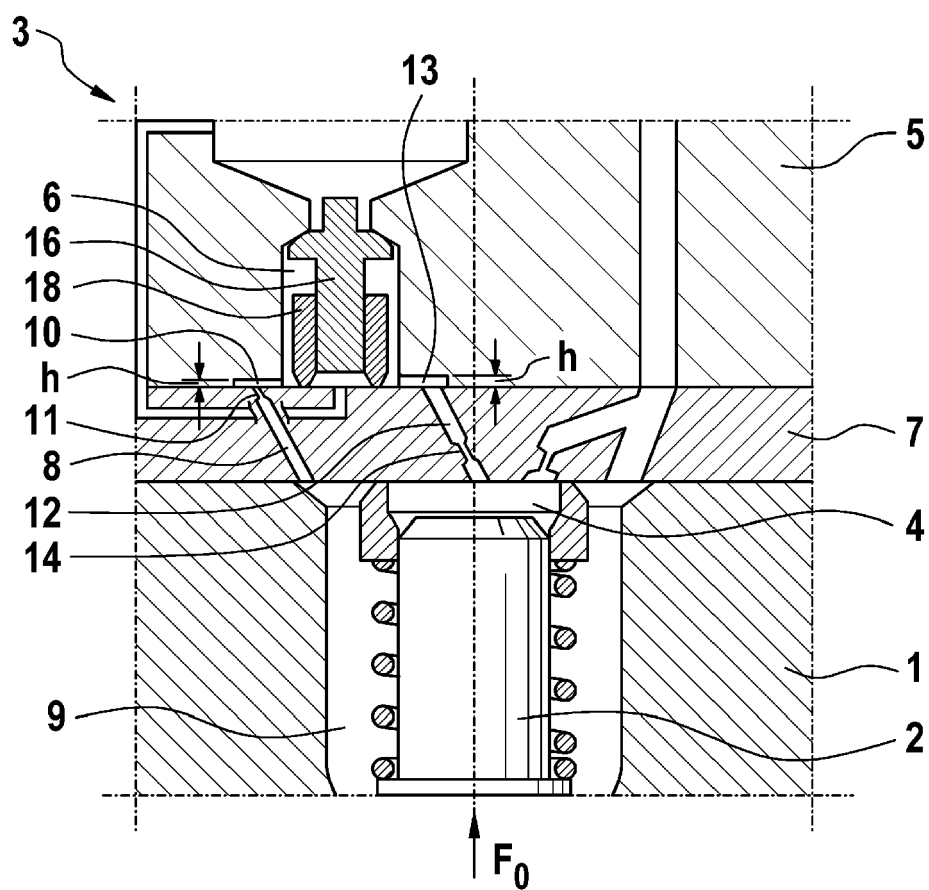


FIG. 3

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 102004061800 A1 **[0002]**
- DE 102008001330 A1 **[0003]**