(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 531 258 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.05.2005 Patentblatt 2005/20

(51) Int Cl.[7]: **F02M 47/02**, F02M 51/06

(21) Anmeldenummer: **04105673.0**

(22) Anmeldetag: **10.11.2004**

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

(30) Priorität: **13.11.2003 DE 10353045**

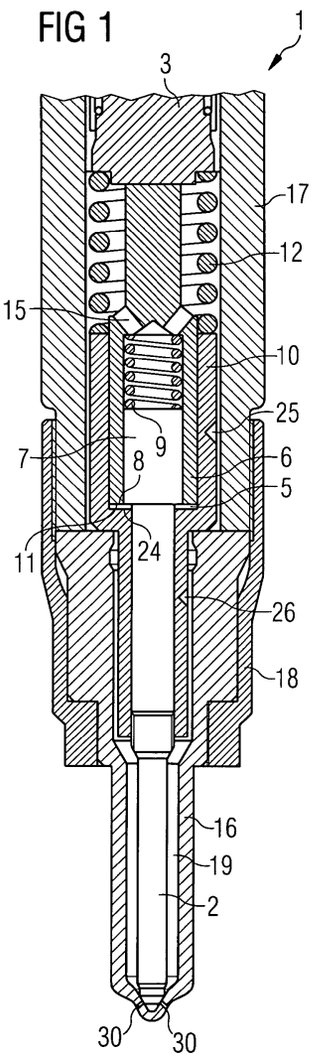
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Dick, Jürgen**
  93164 Laaber (DE)
- **Freudenberg, Hellmut**
  93080 Grossberg (DE)
- **Lixl, Heinz**
  93053 Regensburg (DE)
- **Schürz, Willibald**
  93188 Pielenhofen (DE)

(54) Kraftstoffeinspritzventil

(57) Es ist ein Kraftstoffeinspritzventil (1) mit einem Steuerraum (5) vorgesehen, der von einem axial verschiebbaren Antriebskolben (6), der in Wirkverbindung mit dem Aktor (3) steht, und einem zumindest eine Stirnfläche (8) aufweisenden Steuerkolben (7) begrenzt ist, der als Teil der Düsennadel (2) ausgebildet ist und vom Antriebskolben (6) umfasst ist, wobei die Stirnfläche (8) den Steuerraum (5) an einer Seite wenigstens teilweise begrenzt, wodurch eine Auslenkung des Antriebskolbens (6) in eine Richtung eine Auslenkung der Düsennadel (2) in die entgegengesetzte Richtung bewirkt.

FIG 1



EP 1 531 258 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Düsennadel, einem ansteuerbaren Aktor, einem Zulauf zum Zuführen von Kraftstoff und einem Steuerraum.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, zunehmend Speichereinspritzsysteme einzusetzen, welche mit sehr hohen Einspritzdrücken arbeiten. In diesem Zusammenhang ist die Common-Rail-Einspritzung zu nennen, die eine elektronisch regelbare Hochdruck-Einspritzanlage mit einem gemeinsamen Verteilerrohr (Common-Rail) umfasst. Hierbei wird der Kraftstoff über Einspritzventile den Verbrennungsräumen unter einem hohen Druck zugeführt. Das Öffnen und Schließen der Einspritzventile wird hierbei über Aktoren gesteuert, die nach dem elektromagnetischen oder nach dem piezoelektrischen Prinzip arbeiten können.

[0003] In DE 101 31 953 A1 ist ein Dosierventil eines Speichereinspritzsystems mit einem Hochdruckzulauf, einer Düsennadel sowie einem Steuerraum beschrieben. Des Weiteren weist das Dosierventil eine Ablaufdrossel und eine Zulaufdrossel auf, die eine Verbindung zwischen dem Hochdruckzulauf und dem Steuerraum bereithält. Die Ablaufdrossel verbindet den Steuerraum mit einem Steuerventil, welches einen Ventilsitz sowie eine Ventilkugel aufweist. Soll eine Einspritzung von Kraftstoff erfolgen, wird das Steuerventil mittels eines Aktors derart betätigt, dass sich die Ventilkugel von ihrem Ventilsitz abhebt, wodurch über die Ablaufdrossel eine Verbindung zwischen dem Steuerraum und einem Niederdruckbereich des Dosierventils entsteht, so dass der Druck im Steuerraum sinkt. Dadurch kann die Düsennadel derart axial bewegt werden, dass diese von ihrem Sitz abhebt und folglich eine Einspritzung von Kraftstoff in den Verbrennungsraum erfolgt. Der wesentliche Nachteil dieses Dosierventils ist jedoch, dass viele Bauteile für eine zuverlässige Wirkungsweise benötigt werden, wodurch sich die Komplexität einer derartigen Dosiervorrichtung erheblich erhöht. Des Weiteren wird das Öffnungsverhalten der Düsennadel durch die Zwischenschaltung von insbesondere Drossel und Steuerventil negativ beeinflusst.

[0004] Aus DE 100 39 424 A1 ist ein Dosierventil mit einem hydraulischen Übertragungselement bekannt. Dieses Dosierventil weist einen Aktor auf, an dessen einem Ende ein Primärkolben anliegt. Unterhalb des Primärkolbens befindet sich eine Hydraulikkammer, die an der dem Primärkolben gegenüberliegenden Seite an einen Sekundärkolben angrenzt, an dem eine Düsennadel befestigt ist. Wird der Aktor angesteuert, so drückt dieser gegen den Primärkolben, wodurch das in der Hydraulikkammer befindliche Fluid in Richtung Sekundärkolben verdrängt wird. Dabei wird gleichzeitig die Düsennadel aus ihrem Sitz gehoben, so dass der Einspritzraum geöffnet wird und der Kraftstoff abgegeben werden kann. Auch diese bekannte Dosiervorrichtung weist aufgrund ihrer Anzahl von Bauteilen eine hohe Komplexität auf, welches für eine kompakte Bauweise eines Dosierventils nachteilig ist.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kraftstoffeinspritzventil bereitzustellen, bei dem die angeführten Nachteile bekannter Ausführungsformen beseitigt werden, insbesondere ein einfacher und kompakter Aufbau erzielt wird. Des Weiteren soll ein hoher Herstellungsaufwand vermieden werden.

[0006] Die Aufgabe wird durch ein Kraftstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Dosierventils sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Dazu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Kraftstoffeinspritzventil (im Folgenden auch Dosierventil genannt) eine Düsennadel, einen ansteuerbaren Aktor, einen Zulauf zum Zuführen von Kraftstoff und einen Steuerraum aufweist. Der Steuerraum ist von einem axial verschiebbaren Antriebskolben und einem Steuerkolben begrenzt, wobei der Aktor mit dem Antriebskolben in Wirkverbindung steht. Der Steuerkolben, der vom Antriebskolben umfasst ist, ist als Teil der Düsennadel ausgebildet und weist zumindest eine Stirnfläche auf, die den Steuerraum an einer Seite wenigstens teilweise begrenzt, wodurch eine Auslenkung des Antriebkolbens in eine Richtung eine Auslenkung der Düsennadel in die entgegengesetzte Richtung bewirkt.

[0008] Hinsichtlich des Aktors kann es sich vorzugsweise um einen Piezo-Aktor handeln, der durch ein Steuergerät angesteuert werden kann. Die Düsennadel kann erfindungsgemäß eine an einem Ventilsitz anliegende Düsennadelspitze an dem dem Steuerkolben gegenüberliegenden Ende aufweisen. Wird der Aktor bei der vorliegenden Erfindung durch ein Signal angesteuert, dehnt sich der Aktor in Richtung auf den Steuerraum, in dem sich als Fluid Kraftstoff befinden kann, aus. Hierbei drückt der Aktor gegen den Antriebskolben, der vorzugsweise unmittelbar am Aktor anliegt, so dass ein Druck im Steuerraum aufgebaut wird. Gleichzeitig übt das Fluid, das nahezu inkompressibel ist, auf die angrenzenden Flächen des Steuerraumes eine Kraft aus. Da die Düsennadel - wie der Antriebskolben - mit dem Steuerkolben axial verschiebbar ist, bewirkt die auf die Stirnfläche wirkende Kraft des Steuerraumes eine Verschiebung der Düsennadel beziehungsweise des Steuerkolbens. Die Stirnfläche, die zweckmäßigerweise der Düsennadelspitze zugewandt ist, kann beispielsweise als Druckschulter ausgebildet sein, die bündig zum einen Ende des Antriebskolbens (in Schließstellung des Dosierventils) verläuft. Besonders vorteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Dosierventil ist, dass sich die Düsennadel in Hubumkehr zur Auslenkung des Antriebkolbens axial verschiebt. Das bedeutet, dass sich bei Auslenkung des Antriebskolbens in Richtung Düsennadelspitze die Düsennadel in die entgegengesetzte Richtung verschiebt. Hierbei verschiebt sich der Steuerkolben entlang des Antriebskolbens, der zumindest in dem

den Steuerkolben umfassenden Bereich zylindrisch ausgebildet ist. Wird die Ansteuerung des Aktors beendet, so verkürzt sich der Aktor und der Druck im Steuerraum sinkt, so dass sich die Düsennadel in Richtung der Düsennadelspitze und der Antriebskolben in die entgegengesetzte Richtung axial verschieben. Durch eine derartige Ausgestaltung der Dosiervorrichtung kann im Vergleich zu den bekannten Vorrichtungen eine kompaktere Bauweise mit weniger Bauteilen und einer verbesserten Akustik erzielt werden. Darüber hinaus wird durch das erfindungsgemäße Dosierventil eine direkte Ansteuerung der Düsennadel bewirkt, wodurch sich das Öffnungsverhalten der Düsennadel erheblich verbessern lässt. Ferner können mit der vorliegenden Erfindung kleinere Aktoren verwendet werden, so dass die Kosten einer derartigen Vorrichtung reduziert werden können.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung steht ein erstes Federelement, das durch den Antriebskolben umfasst ist, in Wirkverbindung mit dem Steuerkolben und wirkt einer Auslenkung des Steuerkolbens entgegen. Bei dem Federelement kann es sich um diverse Federn handeln, wie beispielsweise Druckfedern, Tellerfedern oder Rohrfedern. Bei einer bevorzugten Ausführungsform hat das Federelement folgende Funktion: In Ruheposition, das heißt, wenn der Aktor nicht angesteuert ist, wird die Düsennadel mit ihrer Düsennadelspitze durch das Federelement gegen den Ventilsitz zuverlässig gedrückt, wobei kein Kraftstoff aus dem Dosierventil in den Verbrennungsraum gelangt. Hierbei kann das Federelement vorzugsweise innerhalb des zylinderförmigen Antriebskolbens angeordnet sein, wobei es an einer Seite gegen den Steuerkolben anliegt und gegen diesen vorgespannt ist. Wird nun der Aktor angesteuert, entsteht im Steuerraum ein erhöhter Druck. Ist der auf die Stirnfläche wirkende Druck größer als die entgegengesetzte, auf den Steuerkolben wirkende Spannung des Federelementes, so wird der Steuerkolben in entgegengesetzte Richtung zur Düsennadelspitze verschoben, so dass sich die Düsennadelspitze vom Ventilsitz abhebt. Die Düsennadel steht gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung mit einem Hochdruckbereich in Verbindung, in dem sich der einzuspritzende Kraftstoff befindet, der beispielsweise über eine Hochdruckpumpe und einem Common-Rail (gemeinsames Verteilerrohr) in den Zulauf befördert wird. Die Hochdruckpumpe kann hierbei den Kraftstoff unter einem Druck bis zu ca. 2000 bar in den Common-Rail befördern, der den Zulauf des Dosierventils mit Kraftstoff versorgt. Der Zulauf ist mit dem Hochdruckbereich verbunden, der vorzugsweise unmittelbar entlang der Düsennadel verlaufen kann. Hebt sich die Düsennadel vom Ventilsitz, gelangt der Kraftstoff unter einem hohen Druck aus dem Hochdruckbereich in den Verbrennungsraum, in dem eine fein vernebelte, gleichmäßige Kraftstoffverteilung bei überwiegend luftverteilender Gemischbildung erzielt wird.

[0010] Soll die Einspritzung enden, so wird die Ansteuerung des Aktors unterbrochen, so dass sich der Antriebskolben in seine ursprüngliche Position verschiebt. Gleichzeitig bewegt sich die Düsennadel aufgrund des geringer werdenden Drucks im Steuerraum in Richtung Düsennadelspitze. Unterstützt wird die Bewegung der Düsennadel durch die wirkende Federkraft des ersten Federelementes bis die Düsennadelspitze am Ventilsitz fest anliegt.

[0011] Bei der soeben dargestellten Funktionsweise des Dosierventils handelt es sich um ein nach innen öffnendes Dosierventil. Natürlich ist die vorliegende Erfindung auch auf ein nach außen öffnendes Dosierventil anwendbar. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass im Fall des letztgenannten Ventils in der Schließposition, bei der keine Einspritzung erfolgt, der Aktor angesteuert ist, so dass die Düsennadelspitze am Ventilsitz fest anliegt. Soll eine Einspritzung erfolgen, so wird der Aktor über die entsprechende Ansteuerung verkürzt, wodurch sich der Antriebskolben in die Richtung des Aktors und die Düsennadel mit dem Steuerkolben in die Richtung der Düsennadelspitze verschiebt.

[0012] Weiterhin kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Antriebskolben zumindest in einem Bereich in einem Zylinder geführt ist. Der Zylinder kann vorzugsweise in einem Abschnitt unmittelbar am Antriebskolben und in einem anderen Abschnitt an der Düsennadel anliegen. Die Düsennadel wird somit zweifach geführt, zum einem im Bereich des Steuerkolbens durch den Antriebskolben und in ihrem unterhalb des Steuerkolbens liegenden Bereich durch den Zylinder.

[0013] Eine weitere Weiterbildung des Dosierventils ist, dass der Antriebskolben mit einer Ringfläche den Steuerraum begrenzt. Bei dieser Ausgestaltung ist der Antriebskolben in einem Bereich als Zylinder ausgebildet, der zumindest einen Teil des Steuerkolbens sowie das erste Federelement umfasst. An der dem Aktor zugewandten Seite kann der Antriebskolben unmittelbar am Aktor anliegen. Es bietet sich an, einen derartigen Antriebskolben als Spritzgussteil auszubilden.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein zweites Federelement zwischen Aktor und Zylinder angeordnet, wobei die Verwendung von unterschiedlichen Federtypen - wie bei dem ersten Federelement - denkbar ist. Die Feder kann in der Weise ausgebildet sein, dass der Aktor während der gesamten Betriebsweise auf Druck beansprucht ist. Vorzugsweise kann der Raum, in dem sich das zweite Federelement befindet, mit einem Fluid gefüllt sein, welches zumindest ein Teil des Aktors bedeckt. Auf diese Weise wird eine thermische Kopplung zwischen dem Aktor, der zweiten Feder und einem anliegenden Gehäuse erreicht, wodurch der Aktor auf das Gehäuse gut Wärme abgeben kann. Hierdurch wird eine Kühlung des Aktors, der eine hohe Ansteuerungsfrequenz aufweist, erzielt, welches besonders von Vorteil ist. Der Zylinder weist auf der dem Aktor zugewandten Seite eine Ringfläche auf, auf der das zweite Federelement, das den Antriebskolben an seiner dem Aktor zugewandten Seite vorzugs-

weise umfasst, anliegen kann.

[0015] Von Vorteil ist darüber hinaus, wenn ein Zusatzfederelement, das durch den Antriebskolben umfasst ist, in Wirkverbindung mit dem Steuerkolben steht und einer Auslenkung des Steuerkolbens entgegen wirkt. Bei dieser Ausführungsalternative weist das Dosierventil innerhalb des Antriebskolbens zwei Federn unterschiedlicher Härte auf. Diese können so aufeinander abgestimmt sein, dass zunächst bei geringerem Fluiddruck in der Steuerkammer die Düsennadel nur gegen die Kraft des weicheren Zusatzfederelementes angehoben wird. Bei einem nach innen öffnenden Dosierventil bedeutet dieses, dass das Dosierventil nur ein wenig öffnet und zunächst eine geringe Kraftstoffmenge eingespritzt wird. Durch eine derartige Voreinspritzung wird eine Verbrennung im Verbrennungsraum ausgelöst, wobei der Verbrennungsdruck leicht ansteigt. Die Haupteinspritzung folgt, wenn auf die Stirnfläche des Steuerkolbens eine größere Kraft wirkt als die Federkraft des härteren Federelementes (in diesem Fall die Federkraft des ersten Federelementes). Hierbei wird die Haupteinspritzmenge unter hohem Druck in die bereits ausgelöste Verbrennung gespritzt. Die dadurch verlängerte Gesamteinspritzzeit führt mit der nachfolgenden Haupteinspritzmenge zu einer weicheren Verbrennung und somit zu einem stabilen Leerlauf und verminderter Schadstoffbildung. Insbesondere für direkt einspritzende Dieselmotoren ist ein derartiges Dosierventil von Vorteil.

[0016] Gemäß einer weiteren Alternative der Erfindung ist zwischen dem Aktor und dem Antriebskolben ein Stößel angeordnet, der an der dem Antriebskolben zugewandten Seite einen Hebel aufweist. Vorzugsweise weist das Gehäuse des Dosierventils eine Bohrung auf, in der der Stößel aufgenommen ist. Der Hebel liegt auf der dem Steuerraum gegenüberliegenden Seite des Antriebskolbens auf. Ferner kann der Stößel auf der dem Hebel gegenüberliegenden Seite unmittelbar am Aktor anliegen und wird durch die Ansteuerung des Aktors in Richtung des Antriebskolbens bewegt. Gleichzeitig überträgt der Hebel die vom Stößel ausgehende Kraft auf den Antriebskolben, wodurch die Düsennadel axial verschoben wird.

[0017] Bei einer weiteren Ausgestaltung des Dosierventils weist der Antriebskolben Ausgleichsbohrungen auf. Diese sorgen dafür, dass während jeder Hubbewegung der Düsennadel beziehungsweise des Steuerkolbens ein Druckausgleich innerhalb des Antriebkolbens stattfinden kann. Die Ausgleichsbohrungen sind vorzugsweise an der dem Steuerraum abgewandten Seite des Antriebskolbens angeordnet.

[0018] Weiterhin ist der Einsatz einer Düsennadel von Vorteil, die von einem Düsenkörper mit einem freien Ende umgeben ist, an dem ein Wärmeschutzelement angeordnet ist. Gerade bei Motoren mit Direkteinspritzung steigt die Temperatur an dem freien Ende des Düsenkörpers (Düsenkuppe) infolge der hohen Temperaturen im Verbrennungsraum stark an. Dadurch lässt insbesondere bei Dauerbetrieb die Härte am Düsensitz nach, was eine geringere Lebensdauer des Dosierventils zur Folge hat. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Wärmeschutzhülse, welche vorzugsweise aus rostfreien Stahl besteht, kann die Temperatur der Düsenkappen um ca. 50°C gesenkt werden, so dass die Härte am Düsensitz weniger nachlässt und somit die Lebensdauer des Dosierventils sich erhöht. Die Düsennadel kann hierbei beispielsweise als Zapfendüse ausgebildet sein, die in die Spritzöffnung des Düsenkörpers (in der Schließstellung) hineinragt. Eine derartige Düsennadelspitze ist vorzugsweise bei Motoren mit Vorkammer oder Wirbelkammer (indirekte Einspritzung) zu verwenden. Bei Motoren mit direkter Einspritzung bietet es sich an, eine mit einer Lochdüse ausgebildete Düsennadel einzusetzen, da diese eine besonders feine Verteilung des Kraftstoffes im Verbrennungsraum erzielt. Die Düsennadel kann beispielsweise am ihrem unteren Ende - an der Düsennadelspitze - kegelförmig ausgestaltet sein, so dass sie auf die ebenfalls kegelförmige Düsennadelsitzfläche des Düsenkörpers passt, wodurch eine zuverlässige Abdichtung erzielt werden kann. Das Dosierventil kann beispielsweise als Einlochdüse oder als Mehrlochdüse ausgebildet sein. Die Einlochdüse weist hierbei nur eine Einspritzöffnung im Düsenkörper auf, welches in Richtung der Düsenachse oder seitlich dazu verlaufen kann. Die Mehrlochdüse kann zum Beispiel acht Einspritzöffnungen aufweisen, die symmetrisch an der Düsenkuppe angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Dosierventil kann sich jedoch sowohl auf ein Einspritzventil als auch auf ein Dosierventil jeder anderen Art beziehen.

[0019] Nachstehend wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Dosierventils in Schnittansicht und

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Dosierventils in Schnittansicht.

[0020] In der Figur 1 wird ein nach innen öffnendes Kraftstoffeinspritzventil in Form eines Einspritzventils dargestellt, welches sich in Schließstellung befindet. Das Einspritzventil 1 weist eine Düsennadel 2 auf, die an ihrem einen Ende mit einer Düsennadelspitze an einer Düsennadelsitzfläche aufliegt. An dem gegenüberliegenden Ende ist die Düsennadel 2 mit einem Steuerkolben 7 ausgebildet, der durch einen Antriebskolben 6 umfasst ist. Der Antriebskolben 6 liegt an einer Seite unmittelbar an einem ansteuerbaren Aktor 3 an, wobei der Aktor 3 in Wirkverbindung mit dem Antriebskolben 6 steht. Der Aktor 3 ist vorzugsweise als piezoelektrischer Aktor ausgebildet. An der anderen Seite ist der Antriebskolben 6 hohlzylinderförmig ausgestaltet. Das hohlzylinderförmige Ende des Antriebskolbens 6 umfasst den Steuerkolben 7. Wie die Düsennadel 2 ist auch der Antriebskolben 6 axial verschiebbar.

[0021] Des Weiteren weist das Einspritzventil 1 einen Hohlzylinder 10 und einen mit Kraftstoff gefüllten Steu-

erraum 5 auf, der zu einer Seite vom Antriebskolben 6 mit einer Ringfläche 11 und dem Steuerkolben 7 begrenzt ist. Der Steuerkolben 7 ist hierbei mit einer ringförmigen Stirnfläche 8 ausgebildet, die unmittelbar an eine Seite des Steuerraumes 5 angrenzt. Die Stirnfläche 8, die der Düsennadelspitze 2 zugewandt ist, und die Ringfläche 11 des Antriebskolbens 6 verlaufen in Schließstellung des Einspritzventils 1 bündig zueinander. Der Hohlzylinder 10 umfasst in seinem oberen Bereich den Antriebskolben 6. Im unteren Bereich liegt der Hohlzylinder 10 unmittelbar an der Düsennadel 2 an. Der Hohlzylinder 10 weist dazu zwei zylinderförmige Ausnehmungen 25,26 auf, die über eine Stufe 24 ineinander übergehen. Die zweite, untere Ausnehmung 26 weist einen kleineren Durchmesser als die erste, obere Ausnehmung 25 auf. In der zweiten Ausnehmung 26 ist die Düsennadel 2 geführt. Die Düsennadel 2 ist somit zweifach geführt, am unteren Bereich des zylindrisch ausgebildeten Antriebskolbens 6 und am unteren Bereich des Hohlzylinders 10. In der ersten Ausnehmung 25 ist der Antriebskolben 6 geführt. Die ringförmige Stufe 24 begrenzt den Steuerraum 5.

[0022] Innerhalb des zylindrischen Bereiches des Antriebskolbens 6 ist ein erstes Federelement 9 angeordnet, das in Wirkverbindung mit dem Steuerkolben 7 steht und einer Auslenkung des Steuerkolbens 7 entgegen wirkt. Das Federelement 9 ist vorgespannt, wobei es an einer Seite am Steuerkolben 7 und an der anderen Seite an einer Wandung des Antriebskolbens 6 anliegt. Zwischen Aktor 3 und Hohlzylinder 10 ist ein zweites, ebenfalls vorgespanntes Federelement 12 angeordnet, welches den Antriebskolben 6 an seinem oberen Bereich umfasst. Der Hohlzylinder 10 weist an der dem Aktor 3 zugewandten Seite eine Ringfläche auf, auf der das zweite Federelement 12 aufliegt. Die Einspritzdüse 1 weist einen Zulauf zum Zuführen von Kraftstoff auf, der jedoch in dieser Schnittansicht nicht dargestellt ist. Dem Zulauf wird Kraftstoff in einem hohen Druck zugeführt, der beispielsweise über eine Hochdruckpumpe und einem Common-Rail in die Einspritzdüse 1 gelangt. Die Hochdruckpumpe kann beispielsweise eine Radialkolbenpumpe sein, deren Antriebwelle uber einen Zahnriemen oder direkt von der Motornockenwelle angetrieben wird (nicht in den Figuren dargestellt). Das Einspritzventil 1 weist eine mit dem Zulauf verbundene Druckkammer 19 auf, in der sich mit einem hohen Druck beaufschlagter Kraftstoff befindet. Die Druckkammer 19 verläuft im vorliegenden Ausführungsbeispiel unmittelbar entlang der Düsennadel 2, wobei die Druckkammer 19 von einem Düsenkörper 16 umgeben ist. Der Düsenkörper 16 weist an der Düsenspitze 2 ein freies Ende (Düsenkuppe) auf, das mit Einspritzöffnungen ausgebildet ist, die in der Schnittdarstellung der Fig. 1 nicht gezeigt sind. Der Aktor 3 mit Antriebskolben 6 und Hohlzylinder 10 befinden sich bei der dargestellten Ausführungsform in einem Hochdruckbereich, das bedeutet, dass diese vom Kraftstoff umgeben sind.

[0023] Im oberen Bereich des Einspritzventils 1 ist ein Gehäuse 17 angeordnet, das den Hohlzylinder 10, das zweite Federelement 12 sowie den Aktor 3 umfasst. Ferner ist eine Düsenspannmutter 18 vorgesehen, die den Düsenkörper 16 sowie den unteren Bereich des Gehäuses 17 umschließt.

[0024] Im Folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß Fig. 1 näher erläutert: Im Ruhezustand ist der Aktor 3 nicht angesteuert und die Düsennadel 2 liegt am Düsenkörper 16 am Ventilsitz an, so dass kein Kraftstoff aus der Druckkammer 19 über die Einspritzöffnungen entweichen kann. Für einen zuverlässig dichten Sitz der Düsennadel 2 sorgt das erste Federelement 9, das aufgrund seiner Vorspannkraft auf den Steuerkolben 7 in Richtung Düsennadelspitze 2 eine Kraft ausübt. Wird nun der Aktor 3 angesteuert, so drückt der Aktor 3 gegen das obere Ende des Antriebskolbens 6 in Richtung Steuerraum 5. Ist hierbei die vom Aktor 3 ausgeübte Kraft größer als die entgegenwirkende Federkraft des zweiten Federelementes 12, wird der Antriebskolben 6 in Richtung Steuerraum 5 entlang des anliegenden Hohlzylinders 10 verschoben, wobei der Druck auf den sich im Steuerraum 5 befindenden Kraftstoff erhöht wird. Der Kraftstoff übt gleichzeitig einen erhöhten Druck auf die Stirnfläche 8 des Steuerkolbens 7 aus. Ist dieser Druck größer als der Druck, den das erste Federelement 9 auf den Steuerkolben 7 ausübt, wird der Kraftstoff im Steuerraum 5 verdrängt und die Düsennadel 2 mit Steuerkolben 7 bewegt sich axial entlang der Innenwandung des Antriebskolben 6 nach oben in Richtung des Aktors 3. Gleichzeitig hebt die Düsennadelspitze vom Ventilsitz ab, so dass aus der Druckkammer 19 der Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen in den nicht dargestellten Verbrennungsraum gelangt.

[0025] Wird die Ansteuerung des Aktors 3 beendet, so verkürzt sich der Aktor 3 und der Antriebskolben 6 wird in Richtung des Aktors 3 verschoben, wobei das zweite Federelement 12 die Bewegung des Aktors 3 in seine ursprüngliche Position unterstützt. Gleichzeitig bewegt sich der Steuerkolben 7 nach unten in Richtung Düsennadelspitze 2 in die Schließstellung der Einspritzdüse 1, da der Steuerraum 5 einen geringeren Druck auf die Stirnfläche 8 des Steuerkolbens 7 ausübt als die entgegengesetzte Kraft des ersten Federelementes 9. In Schließstellung ist die Düsennadel 2 auf den Ventilsitz zuverlässig gedrückt, so dass eine Verbindung zwischen dem Verbrennungsraum und der Druckkammer 19 abgebrochen ist und damit der Einspritzvorgang beendet ist.

[0026] Die Ansteuerung erfolgt durch ein nicht dargestelltes Steuergerät, welches bei der vorliegenden Erfindung ebenfalls einen Einspritzvorgang mit Voreinspritzung ansteuern kann. Hierbei wird der Aktor 3 nur kurzzeitig angesteuert, wodurch die Düsennadel 2 leicht angehoben wird und nicht der gesamte Öffnungsquerschnitt für die Einspritzung freigegeben wird. Somit wird im Verbrennungsraum eine Vorverbrennung ausgelöst. Der Nadelhub bei der Voreinspritzung kann bis zu ca.

50 µm und bei der Haupteinspritzung bis zu ca. 300 µm betragen. Diese Nadelhubangaben sind jedoch nur ungefähre Richtwerte, die je Anwendungsfall, das heißt in Abhängigkeit vom jeweiligen Motor, Kraftstoff etc. abweichen können. Hierbei kann der Hub der Düsennadel 2 durch eine geeignete Übersetzung der hydraulisch wirksamen Flächen beeinflusst werden.

[0027] In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsalternative eines Einspitzventils 1 dargestellt, welche in den Grundzügen eine ähnliche Funktionsweise aufweist, die bereits in Figur 1 beschrieben wurde. Im Wesentlichen ist das Einspritzventil 1 der Figur 2 entsprechend dem Einspitzventil 1 der Figur 1 ausgebildet. Es handelt sich um ein nach innen öffnendes Ventil mit einer Düsennadel 2, die mit einem Steuerkolben 7 im oberen Bereich ausgebildet ist, einem mit Kraftstoff gefüllten Steuerraum 5, einem Aktor 3, einem zylindrischen Antriebskolben 6, in dem der Steuerkolben 7 und ein Federelement 9 angeordnet sind. Entsprechend der Ausführungsform aus Figur 1 weist das Einspritzventil 1 eine dem Steuerraum 5 zugewandte, am Steuerkolben 7 angeordnete Stirnfläche 8, ein Gehäuse 17, einen Hohlzylinder 10, einen Düsenkörper 16, eine Düsenspannmutter 18, sowie einen Zulauf 4 mit einer Hochdruckbohrung 22 auf, in der der Kraftstoff in eine entlang der Düsennadel 2 verlaufenden Druckkammer 19 geleitet wird. Im Gegensatz zur Ausführungsform aus Figur 1 ist zwischen dem Aktor 3 und dem Antriebskolben 6 ein Stößel 13 angeordnet, der an der dem Antriebskolben 6 zugewandten Seite einen Hebel 14 aufweist. Der Hebel 14 befindet sich in einem Hochdruckraum 20, wobei der Hebel 14 senkrecht zur Zeichenebene drehbar gelagert ist und als Fuß ausgebildet ist. Der Fuß liegt mit einem Auflagebereich auf der dem Aktor 3 zugewandten Ringfläche des Zylinders 10 sowie mit einem zweiten Auflagebereich auf dem Antriebskolben 6 auf. Der Antriebskolben 6 weist ferner im oberen Bereich Ausgleichbohrungen 15 auf. Des Weiteren liegt der Stößel 13 unmittelbar am Aktor 3 an, unter dem ein Niederdruckraum 21 angeordnet ist. Der Aktor 3 ist im Gegensatz zum Gegenstand aus Figur 1 in trockener Umgebung in einem Niederdruckbereich positioniert. Zum Niederdruckbereich ist eine Abdichtung vorgesehen, welche beispielsweise aus einem O-Ring oder einem Faltenbalg aus Metall bestehen kann. Ferner weist das Einspritzventil 1 zwischen dem Düsenkörper 16 und dem Gehäuse 17 einen Adapter 23 auf, der mit dem Hohlzylinder 10 axial verspannt ist, wodurch eine ungewollte axiale Bewegung des Hohlzylinders 10 während des Betriebes vermieden wird.

[0028] Wird nun der Aktor 3 angesteuert, bewegt sich der Stößel 13 in Richtung Steuerraum 5. Gleichzeitig übt der Hebel 14 auf den Antriebskolben 6 und den Hohlzylinder 10 eine Kraft aus. Da im Gegensatz zum Antriebskolben 6 der Hohlzylinder 10 nicht axial in Richtung Düsennadelspitze bewegbar ist, dreht sich der Hebel 14 um wenige Grad in Uhrzeigerrichtung um seine Drehachse, wobei er in Kontakt mit dem Antriebskolben 6 bleibt. Gleichzeitig wird der Antriebskolben 6 in Richtung der Düsennadelspitze verschoben, wodurch sich die Düsennadel 2 aufgrund der hydraulischen Kraft im Steuerraum 5 axial in Richtung Aktor 3 verschiebt. Die Düsennadelspitze hebt vom Ventilsitz ab, so dass der in der Druckkammer 19 sich befindende Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt wird.

[0029] Soll der Einspritzvorgang beendet werden, wird das Ansteuerungssignal des Aktors 3 gestoppt, so dass sich der Aktor 3 auf seine ursprüngliche Länge verkürzt. Hebel 14, Stößel 13 und Antriebskolben 6 bewegen sich in ihre Ausgangslagen, während die Düsennadelspitze 2 auf den Ventilsitz gedrückt wird und somit die Einspritzöffnungen 30 geschlossen werden.

[0030] Die Erfindung wurde am Beispiel eines nach innen öffnenden Einspritzventils beschrieben, ist jedoch auf jede Art von Dosierventil anwendbar.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil (1) mit einer Düsennadel (2), einem ansteuerbaren Aktor (3), einem Zulauf (4) zum Zuführen von Kraftstoff, einem Steuerraum (5), der von einem axial verschiebbaren Antriebskolben (6), der in Wirkverbindung mit dem Aktor (3) steht, und einem zumindest eine Stirnfläche (8) aufweisenden Steuerkolben (7) begrenzt ist, der als Teil der Düsennadel (2) ausgebildet ist und vom Antriebskolben (6) umfasst ist, wobei die Stirnfläche (8) den Steuerraum (5) an einer Seite wenigstens teilweise begrenzt, wodurch eine Auslenkung des Antriebskolbens (6) in eine Richtung eine Auslenkung der Düsennadel (2) in die entgegengesetzte Richtung bewirkt.

2. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** ein erstes Federelement (9), das durch den Antriebskolben (6) umfasst ist, in Wirkverbindung mit dem Steuerkolben (7) steht und einer Auslenkung des Steuerkolbens (7) entgegen wirkt.

3. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Antriebskolben (6) zumindest in einem Bereich in einem Zylinder (10) geführt ist.

4. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Antriebskolben (6) mit einer Ringfläche (11) den Steuerraum (5) begrenzt.

5. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** ein zweites Federelement (12) zwischen dem

Aktor (3) und dem Zylinder (10) angeordnet ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem Aktor (3) und dem Antriebskolben (6) ein Stößel (13) angeordnet ist, der an der dem Antriebskolben (6) zugewandten Seite einen Hebel (14) aufweist.

7. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Antriebskolben (6) Ausgleichsbohrungen (15) aufweist.

8. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Zylinder (10) ein Hohlzylinder (10) ist.

9. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Hohlzylinder (10) mindestens zwei zylinderförmige Ausnehmungen (25,26) aufweist, die über eine Stufe (24) ineinander übergehen.

10. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stufe (24) ringförmig ist und den Steuerraum (5) begrenzt.

11. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der ersten Ausnehmung (25) der Antriebskolben (6) und in der zweiten Ausnehmung (26) die Düsennadel (2) geführt ist.

FIG 1

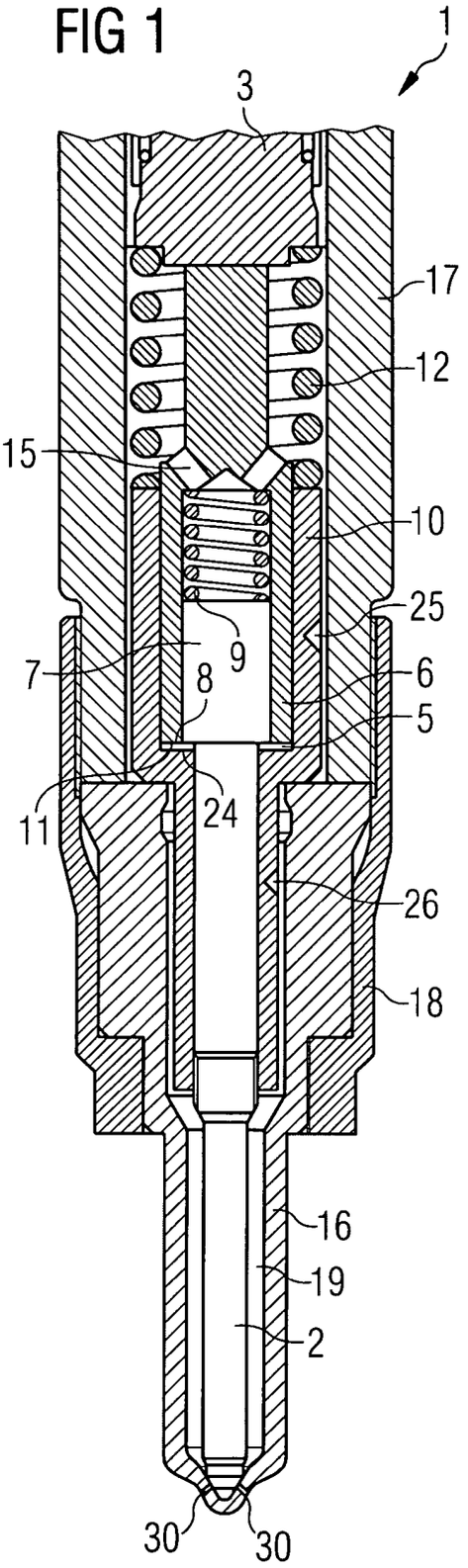
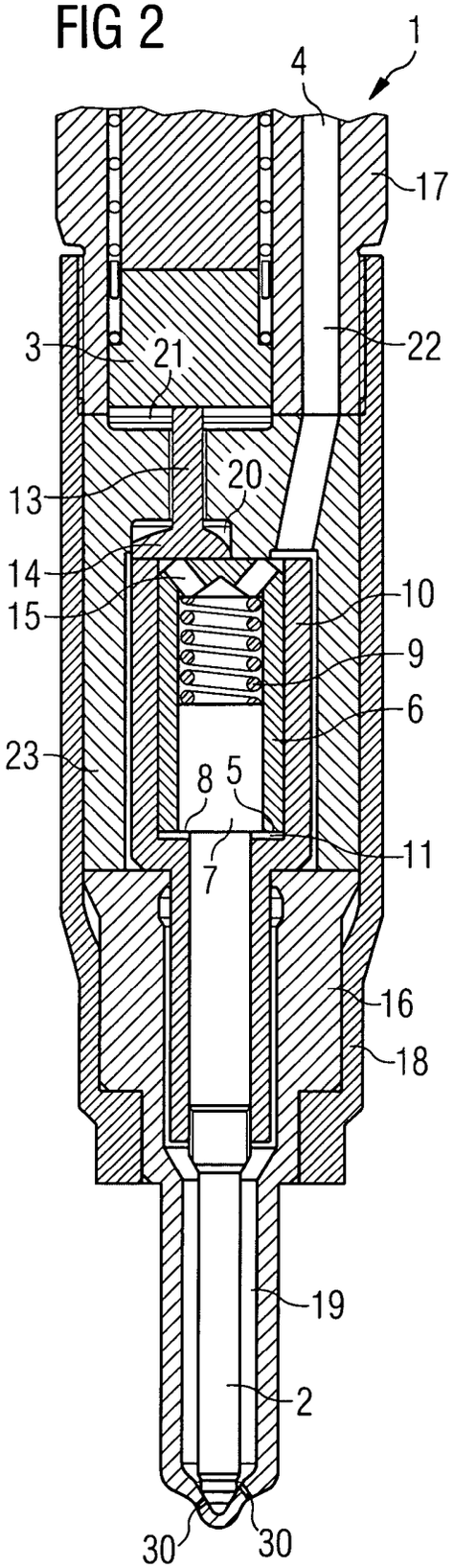



FIG 2