



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.09.2008 Patentblatt 2008/37

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

(21) Anmeldenummer: **08100932.6**

(22) Anmeldetag: **25.01.2008**

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

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

(72) Erfinder: **Magel, Hans-Christoph**
72764, Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **08.03.2007 DE 102007011317**

(54) **Kraftstoffinjektor mit einer verbesserten Ausführung eines Steuerventils zur Steuerung einer Düsenadel**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, umfassend eine hubbeweglich in einem Injektorgehäuse (2) und/oder in einem Düsenkörper (3) geführte Düsenadel (4) zum Freigeben und/oder zum Schließen von wenigstens einer im Düsenkörper (3) eingebrachten Einspritzöffnung (5), wobei die Bewegung der Düsenadel (4) durch ein Steuerventil steuerbar ist, welches eine hubbeweglich in Richtung einer Hubachse (6) geführte Ventilnadel (7) mit einer Durchgangsbohrung aufweist, in die sich ein ruhend angeordneter Druckstift (8) hinein erstreckt, und wobei die Ventilnadel (7) endseitig eine Dichtgeometrie aufweist, die gegen einen Dichtsitz (9) dichtend zur Anlage bringbar ist, wobei die Durchgangsbohrung zwischen dem Druckstift (9) und der endseitigen Dichtgeometrie eine Strömungsverengung umfasst, um die Hubbewegung der Ventilnadel (7) fluidisch zu dämpfen.

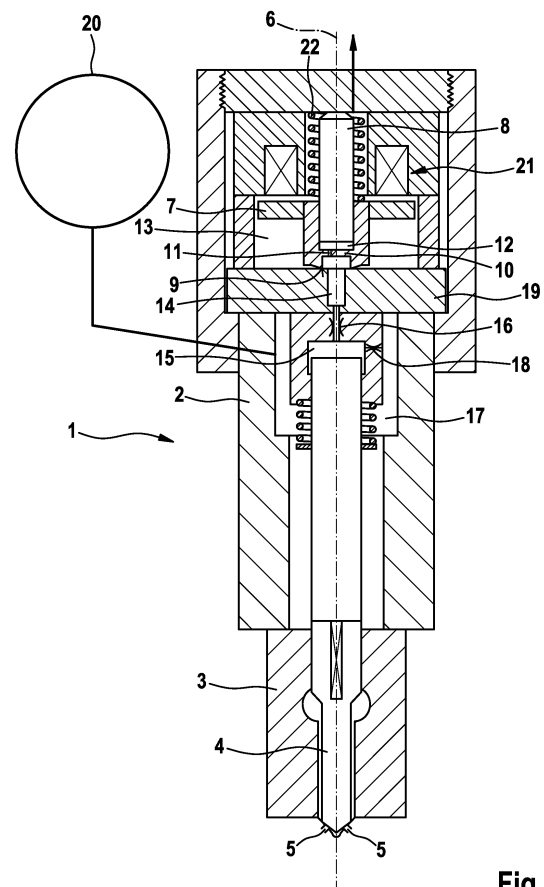


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß der im Oberbegriff des Anspruch 1 näher definierten Art.

Stand der Technik

[0002] Allgemein bekannt sind Kraftstoffinjektoren, welche ein Steuerventil aufweisen, das beispielsweise durch einen Elektromagneten betätigt wird. Mittels des Steuerventils ist die Hubbewegung einer Düsennadel steuerbar, welche innerhalb des Injektorgehäuses bzw. innerhalb des Düsenkörpers des Kraftstoffinjektors aufgenommen ist. Im Ruhezustand verschließt die Düsennadel im Düsenkörper eingebrachte Einspritzöffnungen, so dass durch eine Hubbewegung der Düsennadel die Einspritzöffnungen über einen definierten Zeitbereich freigegeben werden, so dass unter Hochdruck zugeführter Kraftstoff aus den Einspritzöffnungen in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann. Derartige Kraftstoffinjektoren kommen bei hubgesteuerten Common-Rail-Systemen zum Einsatz. Vorteilhaft dabei ist, dass der Einspritzdruck an die Last und die Drehzahl der Brennkraftmaschine angepasst werden kann.

[0003] Bekannt sind hubgesteuerte Common-Rail-Injektoren mit einem Magnetventil, welches aus dem Elektromagneten und dem Steuerventil gebildet wird. Die Düsennadel wird daher über ein Steuerraum in der Hubbewegung gesteuert, so dass bei Entlüftung des Steuer-raums die Düsennadel aus dem Sitz der Einspritzöffnungen abheben kann, um diese freizugeben. Der Druck im Steuerraum wird über das Steuerventil gesteuert, wobei bekannte aktive Ventilelemente beispielsweise aus Kugelementen oder Zylinderelementen gebildet werden, die in einem Dichtsitz zur Anlage gebracht werden. Die Steuerventile umfassen eine Ventalnadel, welche nicht druckausgeglichen ist und daher mit hohen Kräften betätigt werden muss. Der Elektromagnet des Magnetventils umfasst eine Druckfeder, welche die Düsennadel in den Dichtsitz drücken muss. Folglich ist bei hohen Kraftstoffdrücken eine hohe Federkraft erforderlich, was ebenso große Schaltkräfte des Magnetventils erfordert. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aus dem damit erforderlichen großen Bauraum, wodurch Anschlagpreller erzeugt werden, welche entstehen, wenn die Ventalnadel entweder in den Dichtsitz gedrückt wird oder beim Öffnungshub gegen einen Hubanschlag trifft. Damit ergibt sich insgesamt eine schlechte Schaltperformance des Steuerventils, so dass die Steuerung mit einem Kugel-Magnetventil starke Einschränkungen hinsichtlich einer gewünschten Mehrfacheinspritzung aufweist. Ferner besteht nicht die Möglichkeit, sehr kurze Zeitabstände zwischen einzelnen Einspritzvorgängen zu realisieren.

[0004] Ferner sind Kraftstoffinjektoren mit druckausgeglichenen Ventilnadeln der Steuerventile bekannt, welche kleinere Federkräfte ermöglichen, so dass auch

kleinere Schaltkräfte der Elektromagneten hinreichend sind. Damit sind ferner kleinere Ventilhubbe und somit schnellere Schaltzeiten realisierbar. Auch die Mehrfacheinspritzungsfähigkeit kann verbessert werden. Jedoch treten am oberen und am unteren Hubanschlag Nadelpreller auf, die auch bei einem druckausgeglichenen Ventil die Schaltperformance beeinträchtigen. Die druckausgeglichene Anordnung der Ventalnadel wird dabei durch eine indifferente Druckbeaufschlagung durch den Kraftstoffhochdruck bewirkt, so dass die Ventalnadel zumindest keine kraftstoffbeaufschlagten Druckflächen aufweist, welche in Richtung der Hubbewegung eine fluidische Kraft hervorrufen. Zur Dämpfung der Bewegung der Ventalnadel werden an dieser im Niederdruckkreis befindliche Ankerflächen herangezogen. Dabei treten jedoch starke Einflüsse der Kraftstofftemperatur, des Luftgehaltes und des Rücklaufdruckes auf, die große Toleranzprobleme hervorrufen.

[0005] Die Ventalnadel ist gemäß dem zu Grunde liegenden Stand der Technik auf einem Druckstift geführt, der sich durch die Ventalnadel hindurch erstreckt. Der Druckstift ist ruhend im Magnetventil angeordnet, und dient als Führung der Ventalnadel. Die Ventalnadel weist ferner eine Durchgangsbohrung auf, wobei sich der Druckstift nicht vollständig durch die Durchgangsbohrung hindurch erstreckt. Die Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Absteuerraum erfolgt durch einen Fluidkanal, welcher konzentrisch zum Druckstift und damit konzentrisch zur Ventalnadel angeordnet ist. Der Kraftstoffinjektor umfasst eine Ventilplatte, gegen die die Ventalnadel zur Anlage gebracht werden kann. Dabei wird ein Dichtsitz gebildet, wobei sich der Fluidkanal mittig aus dem ringförmigen Dichtsitz heraus erstreckt. Dabei mündet der Fluidkanal in den noch freien Raum, der durch die Durchgangsbohrung innerhalb der Ventalnadel gebildet ist, und in Hubrichtung durch die Endfläche des Druckstiftes begrenzt. Die druckausgeglichene Anordnung der Ventalnadel wird dadurch gebildet, dass der Hochdruck des Kraftstoffs die Ventalnadel lediglich über die Bohrungswandung radial belastet, so dass die Ventalnadel in Hubrichtung kraftfrei bewegbar ist, und lediglich durch die Druckfeder innerhalb des Elektromagneten betätigt wird, wobei sich lediglich geringe hydraulische Kräfte aufgrund der Strömungsdynamik des Kraftstoffs durch den Dichtsitz hinzu addieren. Die Problematik des Prallverhaltens der Ventalnadel ergibt sich insbesondere aus der druckausgeglichenen Anordnung, da die Ventalnadel weder in der Öffnungsrichtung noch in der Schließrichtung kraftbeaufschlagt wird.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine zu schaffen, welcher ein Steuerventil mit einer verbesserten Anordnung und einer verbesserten Ausgestaltung einer Ventalnadel aufweist.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit dessen kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Die Erfindung schließt die technische Lehre, dass die Durchgangsbohrung zwischen dem Druckstift und der endseitigen Dichtgeometrie eine Strömungsverengung umfasst, um die Hubbewegung der Ventilnadel fluidisch zu dämpfen.

[0009] Der Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in einer lediglich einfachen geometrischen Änderung der Ventilnadel zur Erzeugung einer Dämpfungswirkung, welche eine Strömungsverengung nutzbar macht, durch die der Kraftstoff, der den verbleibenden Raum in der Durchgangsbohrung innerhalb der Ventilnadel füllt und aus dem Fluidkanal bereitgestellt wird, hindurchströmt. Mittels der Strömungsverengung ist eine hydraulische Dämpfung erzeugbar, welche das Prallverhalten der Ventilnadel sowohl im Öffnungshub als auch im Schließhub dämpft bzw. vollständig vermeidet. Der Kraftstoff muss durch die Strömungsverengung hindurchströmen, so dass eine Kraft auf die Ventilnadel übertragen wird. Diese Kraft verlangsamt die Bewegung der Ventilnadel, wobei das Maß der gewählten Strömungsverengung derart angepasst werden kann, dass das dynamische Verhalten der Ventilnadel den Erfordernissen optimal angepasst werden kann.

[0010] Die Strömungsverengung kann der Gestalt ausgeführt sein, dass quer zur Hubachse der Ventilnadel eine Drosselwandung eingebracht ist, in welcher sich wenigstens eine Drossel befindet. Die Drosselwandung kann als Unterbrechung der Durchgangsbohrung nahe der Ventilnadel betrachtet werden, wobei sich die Drosselwandung in dem Abschnitt der Durchgangsbohrung befindet, in die sich der Druckstift nicht hinein erstreckt. Somit wird zwischen der Endfläche des Druckstiftes und der Drosselwandung eine Drosselkammer gebildet, wobei die fluidische Verbindung der Drosselkammer zum Kraftstoffhochdruckbereich auf die Drossel selbst begrenzt ist. Der Raum, der innerhalb der Ventilnadel durch die Durchgangsbohrung gebildet wird, ist in jedem Schaltzustand des Steuerventils mit Kraftstoff gefüllt. Befindet sich die Ventilnadel mit der endseitigen Dichtgeometrie im Dichtsitz an der Ventilplatte, so ist die Drosselkammer hinsichtlich ihres Volumens maximal geöffnet. Wird der Elektromagnet des Magnetventils bestromt, so wird der Ankerbereich der Ventilnadel angezogen. Dabei hebt die endseitige Dichtgeometrie vom Dichtsitz ab, und die Ventilnadel gleitet über den Druckstift in Richtung des Elektromagneten. Dabei wandert der Druckstift tiefer in die Durchgangsbohrung innerhalb der Ventilnadel hinein. Folglich verkleinert sich der Raum der Drosselkammer, so dass Kraftstoff durch die Drossel hindurch strö-

men muss. Dabei wird die Ventilnadel durch den durch die Drossel hindurchströmenden Kraftstoff in ihrer Bewegung gedämpft. Wird die Bestromung des Elektromagneten beendet, so drückt eine Druckfeder innerhalb des Magnetventils die Ventilnadel wieder in Richtung des Dichtsitzes, so dass sich die Drosselkammer in ihrem Volumen wieder vergrößert. Daher muss der Kraftstoff in entgegengesetzter Richtung wieder durch die Drossel hindurchströmen, so dass auch in der Schließbewegung eine Dämpfung der Ventilnadel erzeugbar ist.

[0011] Es ist von Vorteil, dass die Drossel durch eine Bohrung in der Drosselwandung selbst gebildet ist, welche Kantenverrundungen umfasst, um eine verbesserte Drosselströmung zu schaffen. Über die Drossel innerhalb der Drosselwandung ist die Drosselkammer mit dem Kraftstoffbereich unterhalb der Ventilnadel verbunden, welcher in den Fluidkanal übergeht. Alternative Ausgestaltungen der Erfindung können darin gesehen werden, dass die Ventilnadel eine radial verlaufende Drossel umfasst, und die Drosselwandung vollständig geschlossen ist. Damit kommuniziert die Drosselkammer über die Drossel mit dem Absteuerraum, was lediglich eine mögliche Variante der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0012] Ferner besteht die Möglichkeit, mehrere Drosseln in der Drosselwandung einzubringen. Damit können strömungstechnische Verbesserungen erzielt werden, so dass der Einzelquerschnitt der jeweiligen Drosseln klein ausgeführt werden kann, und die Drosseln parallel wirken. Insgesamt ist eine Verbesserung der Schaltperformance der druckausgeglichene Ventilnadel erreichbar, wobei durch die Lage im Hochdruckbereich des Kraftstoffs eine exakte Funktion der Dämpfung sichergestellt werden kann, da es im Hochdruck kein Auftreten von Luft-Kraftstoffgemisch gibt und der Rücklauf keinen Einfluss hat. Dabei werden in der Drosselkammer kleine Flächen verwendet, so dass hohe Druckdifferenzen über die Dämpferdrossel entstehen. Dies führt zu einer turbulenten Strömung durch die Dämpfungs-drossel und damit zu einem stabilen, toleranzunempfindlichen Dämpfungsverhalten. Durch die Lage im Hochdruckbereich können sowohl beim Öffnen als auch beim Schließen große Druckdifferenzen der Drosselkammer hervorgerufen werden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Lage der Drossel in Richtung des Hochdruckbereiches beschränkt, wobei auch wenigstens eine Drossel in der Drosselwandung angeordnet sein kann, und zugleich eine radial angeordnete Drossel in Richtung des Niederdruckraums mögliche Varianten darstellen.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Ventilnadel kann vorgesehen sein, dass der Öffnungshub der Ventilnadel durch einen Anschlag der Endfläche des Druckstiftes an die Drosselwandung begrenzt ist. Dies kann über eine definierte Länge des Druckstiftes erfolgen, so dass im geöffneten Zustand die Drosselkammer kein Volumen mehr aufweist.

[0014] Vorteilhafterweise umfasst das Steuerventil ein Absteuerraum, in dem die Ventilnadel aufgenommen ist, und durch ein Abheben der Dichtgeometrie der Ventil-

nadel vom Dichtsitz ein Fluidkanal in den Absteuerraum entlüftbar ist. Damit wird eine vorteilhafte Anordnung der Ventilsnadel aufgezeigt, so dass die Ventilsnadel selbst innerhalb des Absteuerraums aufgenommen ist, und der Absteuerraum über einen Absteuerkanal die Steuermenge des Kraftstoffs in das Kraftstoffsystem zurückführen kann. Öffnet die Ventilsnadel den Fluidkanal in Richtung des Absteuerraums, so fällt der Druck im Steuerraum ab, und die Düsennadel kann die Einspritzöffnungen innerhalb des Düsenkörpers freigeben. Über die Dauer der Bestromung des Elektromagneten lässt sich die Dauer der Einspritzung bestimmen, da bei einer Beendigung der Bestromung des Elektromagneten die Ventilsnadel durch die Druckfeder wieder in den Dichtsitz gedrückt wird, und sich im Steuerraum wieder Kraftstoffhochdruck einstellt. Damit wird die Düsennadel wieder gegen die Einspritzöffnungen in eine Schließposition gebracht.

[0015] Eine vorteilhafte Ausführungsform des Elektromagneten bzw. des durch diesen gebildeten Magnetventils kann darin gesehen werden, dass dieser entweder als Magnetventil oder auch als piezoelektrisch betätigtes Ventil ausgeführt ist.

[0016] Ferner ist von Vorteil, dass innerhalb des Fluidkanals 14 eine Drossel eingebracht ist, um die Hubgeschwindigkeit der Düsennadel zu begrenzen. Damit erfolgt die Entlüftung des Steuerraums langsamer, so dass die Dynamik der Düsennadel begrenzt wird. Ebenso ist von Vorteil, dass das Injektorgehäuse einen Kraftstoffhochdruckraum umfasst, und der Steuerraum über eine Drossel mit dem Kraftstoffhochdruckraum fluidisch verbunden ist. Über diese Drossel wird der Steuerraum aus dem Kraftstoffhochdruckraum wieder mit Kraftstoff gefüllt, so dass sich im Steuerraum wieder der Kraftstoffhochdruck einstellen kann, wenn der Abschluss des Kraftstoffs durch den Fluidkanal durch ein Schließen der Ventilsnadel unterbrochen wird.

[0017] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der einzigen Figur näher dargestellt.

Ausführungsbeispiel

[0018] Es zeigt:

[0019] Die Figur eine schematische Darstellung eines Kraftstoffinjektors mit einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Ventilsnadel des Steuerventils.

[0020] In der Figur ist ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor 1 im Querschnitt schematisch dargestellt. Der Kraftstoffinjektor 1 umfasst ein Injektorgehäuse 2, an welchem sich ein Düsenkörper 3 anschließt. Im Injektorgehäuse 2 sowie im Düsenkörper 3 ist eine Düsennadel 4 hubbeweglich aufgenommen. In der Darstellung befindet sich der Kraftstoffinjektor in einem geschlossenen Zustand, da die Düsennadel 4 gegen die Einspritzöffnungen 5 dichtend zur Anlage gebracht ist. Vor den Einspritzöffnungen 5 befindet sich ein unter Hochdruck stehender Kraftstoff, welcher durch ein Kraftstofflei-

tungs- und Kanalsystem aus einer Hochdruckquelle zur Verfügung gestellt wird.

[0021] Die Düsennadel 4 wird über einen Steuerraum 15 gesteuert, welcher im dargestellten geschlossenen Zustand des Kraftstoffinjektors 1 mit einem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff gefüllt ist. Damit wird die Düsennadel 4 aufgrund der geometrischen Ausbildung und der damit einhergehenden Flächendifferenz in dem Schließsitz gegen die Einspritzöffnungen 5 gehalten. Wird jedoch der Steuerraum 15 über einen Fluidkanal 14 entlüftet, so hebt sich die Düsennadel 4 von den Einspritzöffnungen 5 ab, und der Kraftstoff kann in den Brennraum gelangen. Die Steuerung der Druckbeaufschlagung bzw. der Druckentlüftung des Steuerraums 15 erfolgt über ein Steuerventil, welches im Wesentlichen durch eine Ventilsnadel 7 gebildet ist. Die Ventilsnadel 7 ist in Richtung einer Hubachse 6 beweglich, wobei die Bewegung über einen Elektromagneten 21 erzeugbar ist. Wird der Elektromagnet 21 bestromt, so wird der Ankerplattenbereich der Ventilsnadel 7 in Richtung des Elektromagneten 21 angezogen. Die endseitige Dichtgeometrie an der Ventilsnadel 7, welche im dargestellten geschlossenen Zustand gegen den Dichtsitz 9 abdichtet, hebt bei der Bestromung vom Dichtsitz 9 ab, so dass der Fluidkanal 14 in den Absteuerraum 13 entlüftet werden kann. Damit fällt der Kraftstoffdruck im Steuerraum 15 ab. Wird die Bestromung des Elektromagneten 21 beendet, so drückt eine Druckfeder 22 die Ventilsnadel 7 erneut gegen den Dichtsitz 9. Folglich füllt sich der Steuerraum 15 wieder mit Kraftstoff, wobei der Zulauf des Kraftstoffs über eine Drossel 18 aus einem Kraftstoffhochdruckraum 17 erfolgt. Im Absteuerraum 13 befindet sich hingegen der Kraftstoff nicht unter Hochdruck, sondern bildet die Niederdruckseite des Kraftstoffinjektors 1. Über einen nicht dargestellten Absteuerkanal wird der Absteuerraum 13 mit einem Rücklaufbereich des Kraftstoffsystems verbunden. Aus dem unter Hochdruck stehenden Fluidkanal 14 wird ein Bereich innerhalb der Ventilsnadel 7 mit Kraftstoff gefüllt, welcher durch die Durchgangsbohrung innerhalb der Ventilsnadel 7 gebildet wird. Die Durchgangsbohrung wird in Richtung der Hubachse 6 durch die Endfläche des Druckstiftes 8 begrenzt, wobei sich innerhalb des verbleibenden Raums in der Durchgangsbohrung die erfindungsgemäße Anordnung bzw. die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Dämpfungseinrichtung befindet.

[0022] Die Dämpfungseinrichtung wird zunächst durch eine Drosselwandung 10 gebildet, in der eine Drossel 11 eingebracht ist. Damit bildet sich zwischen der Endseite des Druckstiftes 8 und der Drosselwandung 10 eine Drosselkammer 12 aus, welche lediglich über die Drossel 11 fluidisch mit dem Kraftstoffhochdruckbereich aus dem Fluidkanal 14 kommuniziert. Wird die Ventilsnadel 7 durch den Elektromagneten 21 vom Dichtsitz 9 abgehoben, so verkleinert sich der Raum der Drosselkammer 12. Damit muss der Kraftstoff aus der Drosselkammer 12 durch die Drossel 11 hindurchströmen, was eine Drosselwirkung hervorruft. Damit wird eine Dämpfungs-

kraft auf die Ventalnadel 7 ausgeübt, so dass das Prallverhalten der Ventalnadel 7 im Öffnungshub vermieden wird. Wird die Bestromung des Elektromagneten 21 beendet, so drückt die Druckfeder 22 die Ventalnadel 7 erneut gegen den Dichtsitz 9, so dass sich das Volumen der Drosselkammer 12 wieder vergrößert. Folglich strömt der Kraftstoff in entgegengesetzter Richtung durch die Drossel 11, so dass auch für die Schließbewegung der Ventalnadel 7 eine Kraft auf diese ausgeübt wird, welche sich in Form einer Dämpfung äußert. Somit ist erfindungsgemäß eine gedämpfte Führung der Ventalnadel 7 erreicht, wobei die Dämpfung über den unter Hochdruck stehenden Kraftstoff erfolgt. Durch die Lage im Hochdruckbereich kann eine exakte Funktion der Dämpfung sichergestellt werden, da es im Hochdruck kein Auftreten von Luft/Kraftstoffgemisch gibt und der Rücklaufdruck keinen Einfluss hat.

[0023] Die vorliegende Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, umfassend eine hubbeweglich in einem Injektorgehäuse (2) und/oder in einem Düsenkörper (3) geführte Düsennadel (4) zum Freigeben und/oder zum Schließen von wenigstens einer im Düsenkörper (3) eingebrachten Einspritzöffnung (5), wobei die Bewegung der Düsennadel (4) durch ein Steuerventil steuerbar ist, welches eine hubbeweglich in Richtung einer Hubachse (6) geführte Ventalnadel (7) mit einer Durchgangsbohrung aufweist, in die sich ein ruhend angeordneter Druckstift (8) hinein erstreckt, und wobei die Ventalnadel (7) endseitig eine Dichtgeometrie aufweist, die gegen einen Dichtsitz (9) dichtend zur Anlage bringbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsbohrung zwischen dem Druckstift (9) und der endseitigen Dichtgeometrie eine Strömungsverengung umfasst, um die Hubbewegung der Ventalnadel (8) fluidisch zu dämpfen.
2. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsverengung in Gestalt einer quer zur Hubachse (6) verlaufenden Drosselwandung (10) gebildet ist, in welcher wenigstens eine Drossel (11) eingebracht ist.
3. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Endfläche des Druckstiftes (8) und der Drosselwandung

(10) eine Drosselkammer (12) gebildet ist, und eine fluidische Verbindung der Drosselkammer (12) zum Kraftstoffhochdruckbereich auf die Drossel (11) begrenzt ist.

4. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel (11) durch eine Bohrung in der Drosselwandung (10) gebildet ist, welche Kantenverrundungen umfasst, um eine verbesserte Drosselströmung zu schaffen.
5. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Drosseln (11) in der Drosselwandung (10) eingebracht sind.
6. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungshub der Ventalnadel (7) durch einen Anschlag der Endfläche des Druckstiftes (8) an die Drosselwandung (10) begrenzt ist.
7. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil einen Absteuerraum (13) umfasst, in dem die Ventalnadel (7) aufgenommen ist, und durch ein Abheben der Dichtgeometrie der Ventalnadel (7) vom Dichtsitz (9) ein Fluidkanal (14) in den Absteuerraum entlüftbar ist.
8. Kraftstoffinjektor (1) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die Düsennadel (4) mittels einer Druckbeaufschlagung und/oder Druckentlüftung eines Steuerraums (15) in der Hubbewegung steuerbar ist, wobei der Steuerraum (15) mit dem Fluidkanal (14) verbunden ist.
9. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass im Fluidkanal (14) eine Drossel (16) eingebracht ist, um die Hubgeschwindigkeit der Düsennadel (4) zu begrenzen.
10. Kraftstoffinjektor (1) nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Injektorgehäuse (2) einen Kraftstoffhochdruckraum (17) umfasst, und der Steuerraum (15) über eine Drossel (18) mit dem Kraftstoffhochdruckraum (17) fluidisch verbunden ist.

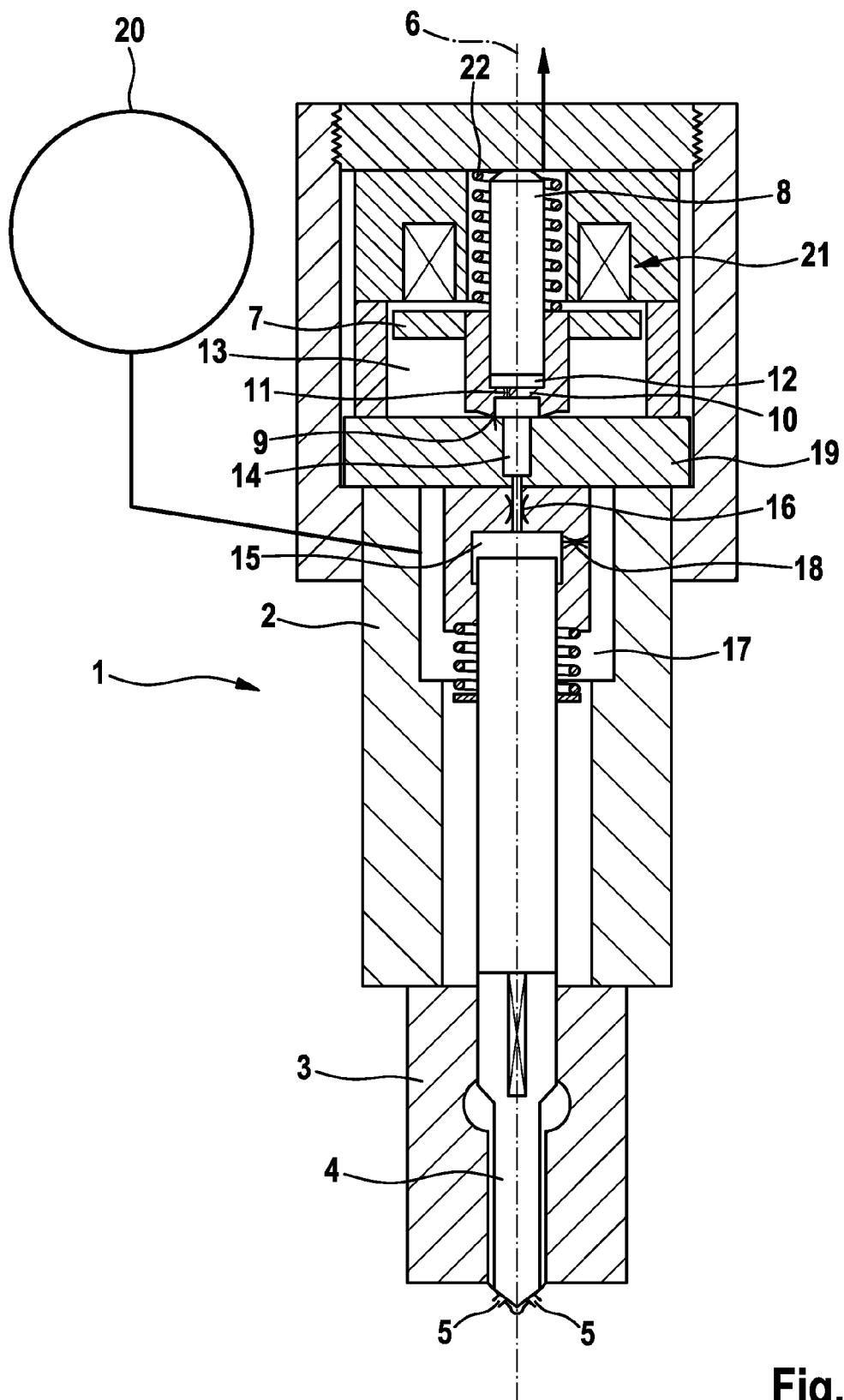


Fig. 1