

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Eine derartige Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist beispielsweise aus der DE 102 18 904 A1 bekannt und besitzt eine hubverstellbar gelagerte Düsennadel, mit deren Hilfe die Einspritzung von unter Einspritzdruck stehendem Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch gesteuert werden kann. Die Düsennadel weist eine Schließdruckfläche auf, die in einem Schließdruckraum angeordnet ist. Dieser Schließdruckraum ist über einen hydraulischen Steuerpfad an ein Steuerventil angeschlossen, das zwischen einer ersten Schaltstellung und einer zweiten Schaltstellung umschaltbar ist. In der ersten Schaltstellung beaufschlagt das Steuerventil den Steuerpfad zum Schließen der Düsennadel mit einem Hochdruck. Der Hochdruck im Schließdruckraum erzeugt an der Schließdruckfläche eine die Düsennadel in Schließrichtung antreibende Kraft. Zum Öffnen der Düsennadel beaufschlagt das Steuerventil in seiner zweiten Schaltstellung den Steuerpfad mit einem Niederdruck. Dies führt im Schließdruckraum zu einem Druckabfall, der die in Schließrichtung wirksamen Kräfte reduziert.

[0003] Die bekannte Einspritzeinrichtung ist außerdem mit einem Druckübersetzer ausgestattet, der ebenfalls über das Steuerventil betätigt wird. Ein Ausgangsdruckraum des Druckübersetzers ist über eine Einspritzdruckleitung an einen Düsenraum angeschlossen, in dem die Düsennadel eine in Öffnungsrichtung wirksame Druckstufe aufweist und der eine durch die Düsennadel gesteuerte Verbindung zu dem wenigstens einen Spritzloch besitzt. In der zweiten Schaltstellung des Steuerventils wird zum einen der Druck im Schließdruckraum der Düsennadel abgesenkt. Gleichzeitig wird zum anderen der Druckübersetzer zum Erzeugen des hohen Einspritzdrucks im Ausgangsdruckraum angesteuert. Dieser Einspritzdruck baut sich in der Folge auch im Düsenraum auf, was an der Druckstufe eine in Öffnungsrichtung wirksame Kraft erzeugt. Durch die Druckerhöhung im Düsenraum und die Druckabsenkung im Schließdruckraum kommt es zu einer in Öffnungsrichtung der Düsennadel wirksamen resultierenden Kraft in der Düsennadel, so dass diese aus ihrem Sitz abhebt und die Verbindung vom Düsenraum zu dem wenigstens einen Spritzloch freigibt und in der Folge Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch unter Einspritzdruck eingespritzt werden kann. Die Düsennadel ist insoweit druckgesteuert.

[0004] Für niedrige Schadstoffemissionen und hohe Leistungen der Brennkraftmaschine sind besonders hohe Einspritzdrücke vorteilhaft. Eine zusätzliche Verbesserung der Abgasemissionen kann durch die Einsprit-

zung sehr kleiner Kraftstoffmengen bei hohen Einspritzdrücken realisiert werden.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass die Düsennadel bis zum vorbestimmten Vorhub extrem rasch öffnen kann, was einen extrem raschen Aufbau des Einspritzdrucks an dem wenigstens einen Spritzloch und somit eine quasi unverzügerte Einspritzung mit dem hohen Einspritzdruck ermöglicht. Gleichzeitig gewährleistet die ab dem Vorhub einsetzende Dämpfung der Öffnungsbewegung der Düsennadel, dass der Öffnungshub dann nur noch vergleichsweise langsam zunimmt, so dass der Weg, den die Düsennadel zum Schließen zurücklegen muss, nur langsam anwächst. Auf diese Weise lassen sich extrem kurze Einspritzzeiten realisieren, da die Düsennadel diesen vergleichsweise kurzen Weg in entsprechend kurzer Zeit zurückfahren kann.

[0006] Bei der Erfindung wird dies mit Hilfe einer hydraulisch arbeitenden Dämpfeinrichtung erreicht, die im Steuerpfad angeordnet ist. Die hydraulische Dämpfungswirkung der Dämpfeinrichtung drosselt den Abfluss des Kraftstoffs aus dem Schließdruckraum in den mit dem Niederdruck beaufschlagten Steuerpfad. Durch die Drosselung dieses Abflusses ist die Öffnungshubbewegung der Düsennadel entsprechend gedämpft. Erfindungsgemäß ist die Dämpfeinrichtung dabei so ausgestaltet, dass die beschriebene hydraulische Dämpfungswirkung erst ab dem vorbestimmten Vorhub der Düsennadel auftritt. Das bedeutet, dass bis zum Erreichen dieses Vorhubs der Kraftstoff im wesentlichen ungedrosselt aus dem Schließdruckraum in den Steuerpfad abfließen kann. In der Folge kann die Düsennadel im wesentlichen ungedämpft öffnen. Erst ab dem vorbestimmten Vorhub der Düsennadel setzt die Dämpfungswirkung ein, so dass der Abfluss aus dem Schließdruckraum gedrosselt ist und die Öffnungsbewegung der Düsennadel in der Folge gedämpft ist.

[0007] Die Erfindung beruht u.a. auf der Erkenntnis, dass sich unmittelbar nach dem Abheben der Düsennadel aus ihrem Sitz eine Sitzdrosselwirkung einstellt, die in dieser Öffnungsphase der Düsennadel die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch wesentlich drosselt. Die Sitzdrosselwirkung resultiert strömungsmechanisch bzw. strömungsdynamisch aus dem in dieser Öffnungsphase vorliegenden kleinen Abstand zwischen der Düsennadel und dem Nadelsitz. Durch diese Sitzdrosselwirkung kann der Kraftstoff nur mit einem reduzierten Einspritzdruck, das heißt, mit einer reduzierten Einspritzgeschwindigkeit eingespritzt werden. Dies führt zu einer verschlechterten Gemischbildung, was sich nachteilig auf die Abgasemissionen auswirkt. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Dämpfeinrichtung, die für einen vorbestimmten Vorhub eine im wesentlichen ungedämpfte Öffnungsbewegung

für die Düsennadel ermöglicht, wird erreicht, dass die Düsennadel relativ schnell die Öffnungsphase, in welcher die Sitzdrosselwirkung auftritt, durchläuft, was zu einer entsprechenden zeitlichen Verkürzung der Sitzdrosselwirkung führt und deren Einfluss auf den Einspritzvorgang reduziert.

[0008] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Vorhub so bemessen sein, dass die Düsennadel bei Erreichen des Vorhubs die Öffnungsphase, in welcher die durch den Sitz der Düsennadel erzeugte Sitzdrosselwirkung die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch wesentlich drosselt, verlässt. Auf diese Weise wird der Vorhub so eingestellt, dass die Öffnungsphase mit Sitzdrosselwirkung möglichst kurzzeitig ist.

[0009] Besonders zweckmäßig ist eine Variante, bei welcher der Vorhub so bemessen ist, dass bei Erreichen des Vorhubs die durch den Sitz der Düsennadel erzeugte Sitzdrosselwirkung etwa gleich groß ist wie oder kleiner ist als eine durch das wenigstens eine Spritzloch erzeugte Lochdrosselwirkung. Bei dieser Auslegung ist die Einspritzung des Kraftstoffs durch das wenigstens eine Spritzloch nur noch durch die Lochdrosselwirkung bestimmt, sobald der Vorhub erreicht ist. Der Vorhub und somit der ungedämpfte Öffnungsweg der Düsennadel kann dadurch auf einen besonders kleinen Wert optimiert werden, was letztlich die Realisierung besonders kurzer Einspritzzeiten ermöglicht.

[0010] Die Dämpfereinrichtung kann grundsätzlich aufbeliebige Art und Weise realisiert werden. Beispielsweise ist denkbar, die Dämpfereinrichtung mit einem ungedrosselten Pfad und parallel dazu mit einem gedrosselten Pfad auszustatten, welche den Schließdruckraum mit dem Steuerpfad verbinden. Der ungedrosselte Pfad ist dabei in Abhängigkeit des Öffnungshubs der Düsennadel gesteuert. Beispielsweise überfährt die Düsennadel bzw. ein die Düsennadel aufweisender Nadelverband mit einer Steuerkante im Schließdruckraum eine Mündungsöffnung des ungedrosselten Pfads bei Erreichen des vorbestimmten Vorhubs, wodurch der ungedrosselte Pfad gesperrt ist und dann nur noch der gedrosselte Pfad offen ist.

[0011] Bevorzugt wird jedoch eine Ausführungsform, bei welcher die Dämpfereinrichtung einen hubverstellbaren Dämpferkolben aufweist, der einen Ausgleichsraum von einem Dämpferraum trennt, wobei außerdem ein Drosselpfad vorgesehen ist, der den Ausgleichsraum mit dem Dämpferraum verbindet. Dabei kommuniziert der Ausgleichsraum mit dem Schließdruckraum, während der Dämpferraum über den Steuerpfad an das Steuer-

5 raum ein maximales Volumen einnimmt. Der Kolbenhub, der erforderlich ist, um den Dämpferkolben von der ersten Kolbenstellung in die zweite Kolbenstellung zu überführen, ist so bemessen, dass beim Öffnen der Düsennadel die Düsennadel den Vorhub erreicht, sobald der Dämpferkolben seine zweite Kolbenstellung erreicht. Durch diese Bauweise wird in der zweiten Schaltstellung des Steuerventils der Dämpferraum mit dem Niederdruck beaufschlagt, was zu einer Druckdifferenz zwischen Dämpferraum und Ausgleichsraum führt. In der Folge setzt sich der Dämpferkolben aus seiner ersten Kolbenstellung heraus in Bewegung, was zu einer Verkleinerung des Dämpferraumvolumens und zu einer Vergrößerung des Ausgleichsraumvolumens führt. Folglich sinkt im Ausgleichsraum der Druck und in der Folge auch im Schließdruckraum. Auf diese Weise kann die Düsennadelbzw. der Nadelverband vom Sitz abheben und einen Öffnungshub durchführen. Durch den Öffnungshub wird das Volumen des Schließdruckraums verkleinert. Das dabei verdrängte Hydraulikvolumen kann dabei im wesentlichen ungedrosselt in den Ausgleichsraum gelangen, da dessen Volumen in entsprechender Weise zunimmt. Die Öffnungsbewegung der Düsennadel erfolgt dadurch quasi ungedämpft. Sobald der Dämpferkolben den vorbestimmten Kolbenhub durchfahren hat, nimmt er seine zweite Kolbenstellung ein. Das Volumen des Dämpferraums hat dann seinen Minimalwert erreicht, während das Volumen des Ausgleichsraums sein Maximum aufweist. Die Öffnungsbewegung der Düsennadel führt dann im Schließdruckraum zu einem Druckanstieg, da das Hydraulikmittel aus dem Schließdruckraum bzw. aus dem damit kommunizierenden Ausgleichsraum nur noch durch den Drosselpfad gedrosselt ausströmen kann. In der Folge kommt es zu einer Dämpfung des Öffnungshubs der Düsennadel. Durch die Bereitstellung des Ausgleichsraums ist es möglich, den beim Öffnungshub durch die Düsennadel bzw. den Nadelverband verdrängten Kraftstoff quasi ungedrosselt in den Ausgleichsraum zu überführen, wodurch eine besonders hohe Dynamik für die Öffnungsbewegung der Düsennadel erzielbar ist.

[0012] Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung kann der Nadelverband einen Schließdruckkolben aufweisen, der die Schließdruckfläche aufweist und sich axial an der Düsennadel lose abstützt. Die Düsennadel weist dann eine Hilfsschließdruckfläche auf, die in einem Hilfsschließdruckraum angeordnet ist, der über eine gedrosselte Verbindungsleitung an den Steuerpfad angeschlossen ist. Durch diese Bauweise kann sich die Düsennadel beim Schließen vom übrigen Nadelverband, also vom Schließdruckkolben trennen, wenn im Hilfsschließdruckraum der Druckaufbau schneller realisiert wird als im Schließdruckraum. Gleichzeitig besitzt die Düsennadel eine kleinere Trägheitsmasse als der gesamte Nadelverband, was ebenfalls zu einer erhöhten Dynamik für die Düsennadel führt. Mit Hilfe dieser Bauweise kann somit eine extrem kurze Schließzeit für die Düsennadel realisiert werden. Eine kurze Öffnungszeit

in Verbindung mit einer extrem kurzen Schließzeit führt zu entsprechend kleinen Einspritzzeiten, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung realisierbar sind. Kurze Einspritzzeiten in Verbindung mit einem hohen Einspritzdruck führen zu hoher spezifischer Leistung der Brennkraftmaschine bei gleichzeitig reduzierten Schadstoffemissionen.

[0013] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Zeichnungen

[0014] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Einspritzeinrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung eines Details II in Fig. 1.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0015] Entsprechend Fig. 1 umfasst eine erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung 1, die bei einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Einspritzraum 2, der ein Brennraum und/oder ein Gemischbildungsraum sein kann, dient, zumindest eine Düsennadel 3, die in einem Injektorkörper 4 hubverstellbar gelagert ist. Die Düsennadel 3 dient dabei in bekannter Weise zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch 5. Zu diesem Zweck wirkt die Düsennadel 3 mit einem Nadelsitz 6 zusammen. In einer hier gezeigten Schließstellung sitzt die Düsennadel 3 im Sitz 6 und sperrt dadurch eine Verbindung des wenigstens einen Spritzlochs 5 mit einem Düsenraum 7. Beim Öffnen der Düsennadel 3 hebt diese aus ihrem Sitz 6 ab, was die Verbindung des Düsenraums 7 zu dem wenigstens einen Spritzloch 5 öffnet.

[0016] Die Düsennadel 3 ist hier Bestandteil eines Nadelverbands 8, der hier neben der Düsennadel 3 außerdem einen Schließdruckkolben 9 aufweist. Der Schließdruckkolben 9 stützt sich in axialer Richtung, also in Hubrichtung lose an der Düsennadel 3 ab. Das heißt, Schließdruckkolben 9 und Düsennadel 3 sind nicht aneinander befestigt, können jedoch Druckkräfte in Hubrichtung übertragen. Zumindest beim Öffnen der Düsennadel 3 bildet der Nadelverband 8 eine gemeinsam hubverstellbare Einheit.

[0017] Der Nadelverband 8 besitzt eine Schließdruckfläche 10, die hier am Schließdruckkolben 9 ausgebildet ist und die in einem Schließdruckraum 11 angeordnet ist. Im Schließdruckraum 11 ist außerdem eine Schließdruckfeder 12 angeordnet, die sich einerseits am Injektorkörper 4 und andererseits am Schließdruckkolben 9 abstützt. Die Schließdruckfeder 12 spannt den Schließdruckkolben 9 und somit den Nadelverband 8 in Schließrichtung der Düsennadel 3 vor. Der Schließdruckraum 11 ist über einen hydraulischen Steuerpfad 13 an ein Steuerventil 14 der Einspritzeinrichtung 1 angeschlossen.

[0018] Das Steuerventil 14 ist zwischen einer hier gezeigten ersten Schaltstellung und einer zweiten Schaltstellung umschaltbar. Das Steuerventil 14 weist drei Anschlüsse, nämlich einen ersten Anschluss 15, einen zweiten Anschluss 16 und einen dritten Anschluss 17 auf. An den ersten Anschluss 15 ist direkt oder indirekt eine Hochdruckquelle 18 angeschlossen, die hier durch eine Kraftstoffhochdruckleitung realisiert ist. Bei einem sogenannten "Common Rail System" dient diese Kraftstoffhochdruckleitung 18 zur gemeinsamen Versorgung mehrerer derartiger Einspritzeinrichtungen 1 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff. An den zweiten Anschluss 16 ist der Steuerpfad 13 angeschlossen. Der dritte Anschluss 17 ist mit einer Niederdruckquelle 19 bzw. mit einer Drucksenke 19 verbunden, die zweckmäßig durch einen vergleichsweise drucklosen Rücklauf gebildet sein kann. Das Steuerventil 14 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform so ausgestaltet, dass es hydraulisch betätigbar ist, wobei es außerdem als Servoventil ausgestaltet ist. Zur hydraulischen Betätigung des Steuerventils 14 ist hier ein Schaltventil 20 vorgesehen, das vorzugsweise elektrisch bzw. elektromagnetisch betätigbar ist.

[0019] Das Schaltventil 20 weist einen ersten Schaltventilraum 21, der an die Niederdruckquelle 19 angeschlossen ist, sowie einen zweiten Schaltventilraum 22 auf, der an einen ersten Steuerventilraum 23 des Steuerventils 14 angeschlossen ist. Dieser erste Steuerventilraum 23 ist von einem Ventilkörper 24 des Steuerventils 14 begrenzt, der in der ersten Schaltstellung mit einem ersten Steuerventilsitz 25 und in der zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Steuerventilsitz 26 zusammenwirkt. Der dritte Anschluss 17 mündet in einen zweiten Steuerventilraum 27, während der zweite Anschluss 16 in einen dritten Steuerventilraum 28 einmündet. Der erste Anschluss 15 mündet in einen vierten Steuerventilraum 29 ein oder ist durch den vierten Steuerventilraum 29 gebildet.

[0020] Die Einspritzeinrichtung 1 weist bei der hier gezeigten Ausführungsform außerdem einen Druckübersetzer 30 auf, mit dessen Hilfe der Hochdruck der Kraftstoffhochdruckleitung 18 auf einen deutlich höheren Einspritzdruck übersetzt werden kann. Hierzu besitzt der Druckübersetzer 30 einen Übersetzerkolben 31, der hubverstellbar gelagert ist und dabei einen Eingangsdruckraum 32 von einem Steuerdruckraum 33 trennt und dabei

außerdem einen Ausgangsdruckraum 34 axial begrenzt. Der Übersetzerkolben 31 ist mit Hilfe einer Rückstellfeder 35 in die gezeigte Ausgangslage vorgespannt. Der Eingangsdruckraum 32 ist an die Hochdruckquelle 18 angeschlossen. Gleichzeitig ist der Eingangsdruckraum 32 mit dem ersten Anschluss 15 des Steuerventils 14 verbunden. Im vorliegenden Beispiel ist der erste Anschluss 15 des Steuerventils 14 unmittelbar am Eingangsdruckraum 32 ausgebildet, so dass der vierte Steuerventilraum 29 unmittelbar in den Eingangsdruckraum 32 übergeht. Der Steuerdruckraum 33 ist an den Steuerpfad 13 angeschlossen und über diesen mit dem zweiten Anschluss 16 des Steuerventils 14 verbunden. Der Ausgangsdruckraum 34 ist über eine Einspritzdruckleitung 36 mit dem Düsenraum 7 verbunden, so dass sich der im Ausgangsdruckraum 34 aufbauende Einspritzdruck auf den Düsenraum 7 überträgt.

[0021] Im Steuerpfad 13 ist erfindungsgemäß eine Dämpfereinrichtung 37 angeordnet, die hydraulisch arbeitet und dabei den Öffnungshub der Düsennadel 3 bzw. des Nadelverbands 8 ab einem vorbestimmten Vorhub 38 dämpft. In Fig. 1 ist das dem Nadelsitz 6 zugewandte Ende der Düsennadel 3 bei Erreichen des Vorhubs 38 mit unterbrochener Linie angedeutet. Dabei ist der Vorhub 38 hier zur Verdeutlichung übertrieben groß dargestellt.

[0022] Bei der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform umfasst die Dämpfereinrichtung 37 einen Dämpferkolben 39, der im Injektorkörper 4 hubverstellbar gelagert ist. Dabei trennt der Dämpferkolben 39 einen Ausgleichsraum 40 von einem Dämpferraum 41. Während der Ausgleichsraum 40 mit dem Schließdruckraum 11 kommuniziert, ist der Dämpferraum 41 über den Steuerpfad 13 an das Steuerventil 14 bzw. an dessen zweiten Anschluss 16 angeschlossen.

[0023] Des weiteren weist die Dämpfereinrichtung 37 einen Drosselpfad 42 auf, der den Ausgleichsraum 40 gedrosselt mit dem Dämpferraum 41 verbindet. Beispielsweise kann dieser Drosselpfad 42 wie hier eine Dämpferdrossel 43 aufweisen, die im Dämpferkolben 39 ausgebildet ist. Die Dämpferdrossel 43 verbindet auf diese Weise den Ausgleichsraum 40 durch den Dämpferkolben 39 hindurch gedrosselt mit dem Dämpferraum 41. Alternativ kann der Drosselpfad 42 z.B. auch durch wenigstens eine Längsnut oder durch ein Radialspiel zwischen dem Dämpferkolben 39 und dessen Axialführung gebildet sein.

[0024] Der Dämpferkolben 39 ist zwischen einer hier gezeigten ersten Kolbenstellung und einer um einen vorbestimmten Kolbenhub 44 versetzten zweiten Kolbenstellung verstellbar. In der ersten Kolbenstellung besitzt der Dämpferraum 41 ein maximales Volumen, während der Ausgleichsraum 40 ein minimales Volumen aufweist. Im Unterschied dazu nimmt der Dämpferraum 41 in der zweiten Kolbenstellung ein minimales Volumen ein, während gleichzeitig der Ausgleichsraum 40 ein maximales Volumen aufweist. Die Dimensionierung des Dämpferkolbens 39 ist so gewählt, dass sein Kolbenhub 44, der

erforderlich ist, um den Dämpferkolben 39 zwischen der ersten Kolbenstellung und der zweiten Kolbenstellung zu verfahren, so bestimmt ist, dass die Düsennadel 3 beim Öffnen den zuvor genannten vorbestimmten Vorhub 38 erreicht, sobald der Dämpferkolben 39 seine zweite Kolbenstellung erreicht.

[0025] Da bei der hier gezeigten Ausführungsform bzw. gewählten Darstellung der Querschnitt des Dämpferkolbens 39 gleich groß ist wie der Querschnitt des Schließdruckkolbens 9 und der Düsennadel 3 ist hier der Vorhub 38 gleich groß wie der Kolbenhub 44.

[0026] Des weiteren ist für den Dämpferkolben 39 ein Sitz 45 vorgesehen, mit dem der Dämpferkolben 39 in seiner ersten Kolbenstellung zusammenwirkt. Dieser Kolbensitz 45 ist dabei so gestaltet, dass eine hydraulisch wirksame Fläche 46 (vgl. Fig. 2), die an einer dem Ausgleichsraum 40 zugewandten Kolbenseite ausgebildet ist, in der ersten Kolbenstellung kleiner ist als in einer vom Sitz 45 abgehobenen Stellung des Dämpferkolbens 39. Erreicht wird dies beispielsweise durch eine komplementäre Ausgestaltung einer hier nicht näher bezeichneten Sitzfläche und einem Flächenabschnitt 47 an der dem Ausgleichsraum 40 zugewandten Kolbenseite. Hierdurch kommt es in der ersten Kolbenstellung zu einem flächigen Kontakt zwischen Dämpferkolben 39 und Sitz 45, der die hydraulisch wirksame Fläche 46 deutlich reduziert. Zur Verdeutlichung ist in Fig. 2 durch einen Pfeil 48 der Querschnitt der verbleibenden Fläche 46 wiedergegeben, die in der ersten Kolbenstellung noch hydraulisch wirksam ist. Im Unterschied dazu ist durch einen Pfeil 49 derjenige Querschnitt angedeutet, der die hydraulisch wirksame Fläche definiert, wenn der Dämpferkolben 39 vom Sitz 45 entfernt ist. Zweckmäßig ist dann die hydraulisch wirksame Fläche an beiden Kolbenseiten gleich groß.

[0027] Im vorliegenden Beispiel sind Sitzfläche und Flächenabschnitt 47 eben ausgebildet; grundsätzlich ist auch eine Kegelform möglich.

[0028] Die Düsennadel 3 weist zweckmäßig eine Hilfsschließdruckfläche 50 auf, die von dem wenigstens einen Spritzloch 5 abgewandt ist und in einem Hilfsschließdruckraum 51 angeordnet ist. In diesem Hilfsschließdruckraum 51 erfolgt auch die axiale und lose Kontaktierung zwischen Düsennadel 3 und Schließdruckkolben 9. Der Hilfsschließdruckraum 51 ist über eine gedrosselte Verbindungsleitung 52 an den Steuerpfad 13 angeschlossen. Die Drosselwirkung dieser Verbindungsleitung 52 kann beispielsweise mit Hilfe einer entsprechenden Drossel 53 erreicht werden. Die Drossel 53 bzw. die Drosselwirkung der Verbindungsleitung 52 ist dabei kleiner dimensioniert als die Dämpferdrossel 43 bzw. die Drosselwirkung des Drosselpfads 42. Des weiteren ist der Hilfsschließdruckraum 51 über ein Rücklaufsperrventil 54 an die Einspritzdruckleitung 36 angeschlossen, wobei das Rücklaufsperrventil 54 so orientiert ist, dass es zum Hilfsschließdruckraum 51 hin sperrt und zur Einspritzdruckleitung 36 hin öffnet.

[0029] Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist au-

ßerdem ein Ausgleichspfad 55 vorgesehen, über den der Hilfsschließdruckraum 51 mit dem Schließdruckraum 11 kommuniziert. Dieser Ausgleichspfad 55 kann beispielsweise gemäß der hier gezeigten Ausführungsform zumindest eine Bohrung 56 aufweisen, die durch den Schließdruckkolben 9 hindurchgeführt ist und einen Ende im Schließdruckraum 11 und anderen Ende im Hilfsschließdruckraum 51 mündet. Im vorliegenden Fall ist die Bohrung 56 außerdem so positioniert, dass sie innerhalb eines Ringstegs 57 in den Hilfsschließdruckraum 51 einmündet. Dieser Ringsteg 57 kann so ausgestaltet sein, dass er bei an der Düsennadel 3 anliegendem Schließdruckkolben 9 einen innerhalb des Ringstegs 57 liegenden Bereich des Hilfsschließdruckraums 51 von einem außerhalb des Ringstegs 57 liegenden Bereich des Hilfsschließdruckraums 51 trennt. Insoweit ist dann auch der durch die Bohrung 56 geführte Ausgleichspfad 55 gesperrt.

Die erfindungsgemäße Einspritzeinrichtung 1 arbeitet wie folgt:

[0030] In der in Fig. 1 wiedergegebenen Ausgangsstellung ist die Düsennadel 3 geschlossen, das heißt, es findet keine Einspritzung von Kraftstoff in den Einspritzraum 2 statt. Das Schaltventil 20 nimmt die gezeigte erste Stellung ein, in der eine interne Verbindung zwischen den beiden Schaltventilräumen 21 und 22 gesperrt ist. Dementsprechend herrscht im ersten Schaltventilraum 21 der Niederdruck, während im zweiten Schaltventilraum 22 der Hochdruck herrscht, der sich von der Hochdruckquelle 18 durch den Eingangsdruckraum 32 des Druckübersetzers 30 bis in den vierten Steuerventilraum 29 fort pflanzt und von dort durch eine gedrosselte Verbindung 58 bis in den ersten Steuerventilraum 23 fort pflanzt, der seinerseits mit dem zweiten Schaltventilraum 22 kommuniziert.

[0031] Das Steuerventil 14 befindet sich in der gezeigten ersten Schaltstellung, in welcher der Ventilkörper 24 in seinem ersten Steuerventilsitz 25 sitzt und von seinem zweiten Steuerventilsitz 26 abgehoben ist. Dementsprechend ist der zweite Steuerventilraum 27 vom dritten Steuerventilraum 28 und vom vierten Steuerventilraum 29 getrennt. Im zweiten Steuerventilraum 27 herrscht in der Folge Niederdruck. Der vierte Steuerventilraum 29 ist über den ersten Anschluss 15 und hier durch den Eingangsdruckraum 32 des Druckübersetzers 30 hindurch mit der Hochdruckquelle 18 verbunden, so dass im vierten Steuerventilraum 29 der Hochdruck herrscht. Da der Ventilkörper 24 in der ersten Schaltstellung den zweiten Steuerventilsitz 26 freigibt, herrscht auch im dritten Steuerventilraum 28 der Hochdruck. Mit anderen Worten, in der ersten Schaltstellung des Steuerventils 14 ist der erste Anschluss 15 mit dem zweiten Anschluss 16 verbunden, während der dritte Anschluss 17 gesperrt ist.

[0032] Im Eingangsdruckraum 32 herrscht durch dessen Anbindung an die Hochdruckquelle 18 der Hochdruck. Über den Steuerpfad 13, der über den zweiten

Anschluss 16 an den dritten Steuerventilraum 28 angeschlossen ist, pflanzt sich der Hochdruck auch in den Steuerdruckraum 33 des Druckübersetzers 30, in den Dämpferraum 41, in den Ausgleichsraum 40, in den Schließdruckraum 11 und in den Hilfsschließdruckraum 51 fort. Durch das Rücklaufsperrventil 54 herrscht auch in der Einspritzdruckleitung 36 im wesentlichen der Hochdruck, der sich über die Einspritzdruckleitung 36 in den Ausgangsdruckraum 34 des Druckübersetzers 30 und in den Düsenraum 7 der Düsennadel 3 fort pflanzt.

[0033] Um die Düsennadel 3 zu öffnen, wird das Schaltventil 20 in seine zweite Stellung überführt, in welcher die beiden Schaltventilräume 21 und 22 miteinander kommunizieren. Dementsprechend kommt es im zweiten Schaltventilraum 22 zu einem Druckabfall. Dieser Druckabfall pflanzt sich in den ersten Steuerventilraum 23 fort und führt zu einer Stellbewegung des Ventilkörpers 24. Der Ventilkörper 24 wird somit in die zweite Schaltstellung des Steuerventils 14 überführt, in welcher der Ventilkörper 24 vom ersten Steuerventilsitz 25 abhebt und in den zweiten Steuerventilsitz 26 einfährt. In der Folge können der zweite Steuerventilraum 27 und der dritte Steuerventilraum 28 miteinander kommunizieren, während die Verbindung zwischen dem dritten Steuerventilraum 28 und dem vierten Steuerventilraum 29 gesperrt ist. D.h., in der zweiten Schaltstellung ist der erste Anschluss 15 gesperrt, während der zweite Anschluss 16 mit dem dritten Anschluss 17 verbunden ist. Folglich kommt es auch im dritten Steuerventilraum 28 zu einem Druckabfall. Dieser Druckabfall pflanzt sich zum einen in den Steuerdruckraum 33 des Druckübersetzers 30 fort und zum anderen in den Dämpferraum 41 der Dämpfereinrichtung 37. Im Hilfsschließdruckraum 51 kommt dieser Druckabfall durch die Drossel 53 nur verzögert an.

[0034] Der Druckabfall im Steuerdruckraum 33 des Druckübersetzers 30 führt dazu, dass sich der Übersetzerkolben 31 in Bewegung setzt und dadurch den Kraftstoff im Ausgangsdruckraum 34 komprimiert und darin den gewünschten hohen Einspritzdruck erzeugt. Dieser Einspritzdruck pflanzt sich durch die Einspritzdruckleitung 36 in den Düsenraum 7 fort. Im Düsenraum 7 weist die Düsennadel 3 zumindest eine Druckstufe 59 auf, die aus einer Querschnittsdifferenz zwischen einem Düsenadelquerschnitt 60 in einer Axialführung der Düsennadel 3 und einem Sitzquerschnitt 61 im Nadelsitz 6 ergibt. Der Druckanstieg im Düsenraum 7 führt an der Druckstufe 59 zur Einleitung von in Öffnungsrichtung der Düsennadel 3 wirksamen Kräften.

[0035] Gleichzeitig führt der Druckabfall im Dämpferraum 41 zu einer Druckdifferenz zwischen Dämpferraum 41 und Ausgleichsraum 40. Diese Druckdifferenz führt im Dämpferkolben 39 zu einer resultierenden Kraft, die den Dämpferkolben 39 aus seinem Sitz 45 und somit aus seiner ersten Kolbenstellung abheben lässt. Sobald der Dämpferkolben 39 von seinem Sitz 45 abhebt wird die dem Ausgleichsraum 40 zugewandte hydraulisch wirksame Fläche 46 vergrößert, was gleichzeitig auch die den Dämpferkolben 39 in die zweite Kolbenstellung an-

treibende Kraft verstärkt. Durch die Bewegung des Dämpferkolbens 39 vergrößert sich das Volumen des Ausgleichsraums 40, was darin zu einem Druckabfall führt. Dieser Druckabfall pflanzt sich in den Schließdruckraum 11 fort und reduziert die an der Schließdruckfläche 10 angreifenden Schließkräfte. In Verbindung mit den erhöhten Öffnungskräften an der Druckstufe 59 entsteht im Nadelverband 8 eine in Öffnungsrichtung wirkende resultierende und vergleichsweise große Kraft. In der Folge hebt die Düsennadel 3 von ihrem Nadelsitz 6 ab.

[0036] Solange der Dämpferkolben 39 seine zweite Kolbenstellung nicht erreicht hat, also den vorbestimmten Kolbenhub 44 noch nicht vollendet hat, kann der Kraftstoff, der beim Öffnungshub des Nadelverbands 8 aus dem Schließdruckraum 11 verdrängt wird, quasi ungedrosselt in den Ausgleichsraum 40 ausweichen. Die Öffnungsbewegung der Düsennadel 3 ist somit im wesentlich ungedämpft.

[0037] Sobald der Dämpferkolben 39 seinen vorbestimmten Kolbenhub 44 vollendet hat und somit seine zweite Kolbenstellung einnimmt, kann sich das Volumen des Ausgleichsraums 40 nicht weiter vergrößern. In der Folge führt der Öffnungshub des Nadelverbands 8 zu einem Druckanstieg im Schließdruckraum 11, da das darin eingesperrte Kraftstoffvolumen nur noch durch den Drosselpfad 42, also gedrosselt aus dem Schließdruckraum 11 bzw. aus dem Ausgleichsraum 40 entweichen kann. In der Folge kommt es für den Öffnungshub der Düsennadel 3 zu einer Dämpfung. Die Düsennadel 3 hat dann den vorbestimmten Vorhub 38 erreicht, bis zu dem die Öffnungsbewegung der Düsennadel 3 möglichst ungedämpft erfolgen soll und ab dem die Öffnungsbewegung der Düsennadel 3 gedämpft sein soll. Die gedämpfte Öffnungsbewegung der Düsennadel 3 ab dem Vorhub 38 bewirkt, dass sich die Düsennadel 3 ab dem Vorhub 38 nur noch vergleichsweise langsam vom Nadelsitz 6 entfernt. Dies ist von Vorteil, wenn die Düsennadel 3 innerhalb kurzer Zeit wieder geschlossen werden soll, um extrem kurze Einspritzzeiten zu realisieren.

[0038] Beim Öffnen treibt die Düsennadel 3 den Schließdruckkolben 9 an, zum einen gegen den im Schließdruckraum 11 herrschenden Druck und zum andern gegen die Schließdruckfeder 12. Dementsprechend liegt der Schließdruckkolben 9 an der Düsennadel 3 an. Der gesamte Nadelverband 8 wird dadurch einheitlich bewegt.

[0039] Beim Abheben der Düsennadel 3 aus ihrem Sitz 6 wird allmählich die Verbindung zwischen dem wenigstens einem Spritzloch 5 und dem Düsenraum 7, in dem mittlerweile der Einspritzdruck herrscht, zunehmend geöffnet. Dabei ist beachtenswert, dass sich in einer Öffnungsphase oder Anfangsphase der Öffnungsbewegung der Düsennadel 3 im Sitz 6 eine Sitzdrosselwirkung einstellt, die den freien Zufluss des Kraftstoffs vom Düsenraum 7 zu dem wenigstens einen Spritzloch 5 drosselt. Diese Sitzdrosselwirkung reduziert den Einspritzdruck am wenigstens einen Spritzloch 5 und somit die Strahlggeschwindigkeit, des aus dem wenigstens einen

Spritzloch 5 austretenden Kraftstoffs. Da jedoch bei der erfindungsgemäßen Einspritzeinrichtung 1 die Düsennadel 3 während des bestimmten Vorhubs 38 quasi ungedämpft aus ihrem Sitz 6 abheben kann, lässt die Düsennadel 3 besagte Anfangs- oder Öffnungsphase besonders rasch hinter sich. Auf diese Weise werden die nachteiligen Auswirkungen der Sitzdrosselwirkung reduziert. Zweckmäßig ist der Vorhub 38 so dimensioniert, dass die Düsennadel 3 bei Erreichen des Vorhubs 38 bereits die genannte Anfangs- bzw. Öffnungsphase verlässt. Während somit die Sitzdrosselwirkung die Einspritzung des Kraftstoffs durch das wenigstens eine Spritzloch 5 vor Erreichen des Vorhubs 38 noch wesentlich drosselt, ist die Sitzdrosselwirkung bei Erreichen oder Überfahren des Vorhubs 38 auf die Einspritzung des Kraftstoffs unwesentlich bzw. von untergeordneter Bedeutung.

[0040] Vorzugsweise wird der Vorhub 38 so dimensioniert, dass die Sitzdrosselwirkung bei Erreichen des Vorhubs 38 gleich groß ist wie oder vorzugsweise sogar kleiner ist als eine durch das wenigstens eine Spritzloch 5 erzeugte Lochdrosselwirkung. Auf diese Weise ist die Einspritzung nur noch durch den Einspritzdruck und die Dimensionierung des wenigstens einen Spritzlochs 5 bestimmt, während die Sitzdrosselwirkung ohne Einfluss ist.

[0041] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird das Schaltventil 20 wieder in die gezeigte erste Stellung umgeschaltet. In der Folge sind die beiden Schaltventilräume 21, 22 wieder voneinander getrennt, so dass sich im zweiten Schaltventilraum 22 wieder der Hochdruck aufbauen kann. Dieser Hochdruck baut sich dann zwangsläufig auch im ersten Steuerventilraum 23 auf und führt letztlich zu einer Verstellung des Steuerventilkörpers 24 in die erste Schaltstellung des Steuerventils 14. In der Folge wird der dritte Anschluss 17 gesperrt, während der erste Anschluss 15 mit dem zweiten Anschluss 16 verbunden wird. Folglich kann sich auch im Steuerpfad 13 wieder der Hochdruck aufbauen, der sich dann auch wieder im Steuerdruckraum 33 aufbaut und zu einer Entlastung im Ausgangsdruckraum 34 führt. Diese Druckentlastung pflanzt sich über die Einspritzdruckleitung 36 in den Düsenraum 7 fort. Gleichzeitig steigt der Druck im Dämpferraum 41 sowie verzögert im Hilfsschließdruckraum 51.

[0042] Solange der Dämpferkolben 39 seine erste Kolbenstellung nicht erreicht hat, überträgt er den sich im Dämpferraum 41 aufbauenden Hochdruck auf den Ausgleichsraum 40. Von diesem gelangt der Hochdruck in den Schließdruckraum 11 und über den Ausgleichspfad 55 zunächst in den innerhalb des Ringstegs 57 liegenden Bereich des Hilfsschließdruckraums 51 und nach dem Abheben der Düsennadel 3 vom Schließdruckkolben 9 auch in den außerhalb des Ringstegs 57 liegenden Bereich des Hilfsschließdruckraums 51.

[0043] Sobald dann der Dämpferkolben 39 wieder in seine erste Kolbenstellung verstellt ist, kann sich im Hilfsschließdruckraum 51 der Druck schneller aufbauen als im Schließdruckraum 11, da die Drossel 53 in der Ver-

bindungsleitung 52 eine kleinere Drosselwirkung aufweist als die Dämpferdrossel 43 im Drosselpfad 42. Jedenfalls führt der Druckanstieg im Hilfsschließdruckraum 51 dazu, dass die Düsennadel 3 über die Hilfsschließdruckfläche 50 besonders stark oder zusätzlich in die Schließrichtung angetrieben ist. Durch die Trennung der Düsennadel 3 vom Schließdruckkolben 9 muss nur die Trägheitsmasse der Düsennadel 3 in Richtung Nadelsitz 6 beschleunigt werden. Dementsprechend reagiert die Düsennadel 3 sehr rasch auf den Schließbefehl, was die Realisierung extrem kurzer Einspritzzeiten ermöglicht.

[0044] Der Druckanstieg im Dämpferraum 41 führt gleichzeitig zu einer Rückstellung des Dämpferkolbens 39 in dessen erste Kolbenstellung. Da in dieser ersten Kolbenstellung der Dämpferkolben 39 in seinem Sitz 45 sitzt und somit an der dem Ausgleichsraum 40 zugewandten Seite nur noch die reduzierte hydraulisch wirkende Fläche 46 aufweist, verbleibt der Dämpferkolben 39 in seiner ersten Kolbenstellung.

[0045] Durch die Rückstellung des Übersetzerkolbens 31, die im wesentlichen durch die Rückstellfeder 35 angetrieben ist, kommt es im Ausgangsdruckraum 34 zu einem Druckabfall. Sobald der Druck dort unter den Hochdruck absinkt, öffnet das Rücklaufsperrventil 34, wodurch der Ausgangsdruckraum 34 nachgefüllt werden kann.

Bezugszeichenliste

[0046]

- | | |
|----|--------------------------|
| 1 | Einspritzeinrichtung |
| 2 | Einspritzraum |
| 3 | Düsennadel 4 |
| 4 | Injektorkörper |
| 5 | Spritzloch |
| 6 | Nadelsitz |
| 7 | Düsenraum |
| 8 | Nadelverband |
| 9 | Schließdruckkolben |
| 10 | Schließdruckfläche |
| 11 | Schließdruckraum |
| 12 | Schließdruckfeder |
| 13 | Steuerpfad |
| 14 | Steuerventil |
| 15 | erster Anschluss von 14 |
| 16 | zweiter Anschluss von 14 |
| 17 | dritter Anschluss von 14 |
| 18 | Hochdruckquelle |
| 19 | Niederdruckquelle |
| 20 | Schaltventil |
| 21 | erster Schaltventilraum |
| 22 | zweiter Schaltventilraum |
| 23 | erster Steuerventilraum |
| 24 | Steuerventilkörper |
| 25 | erster Steuerventilsitz |
| 26 | zweiter Steuerventilsitz |

- | | |
|-------|-----------------------------|
| 27 | zweiter Steuerventilraum |
| 28 | dritter Steuerventilraum |
| 29 | vierter Steuerventilraum |
| 30 | Druckübersetzer |
| 5 31 | Übersetzerkolben |
| 32 | Eingangsdruckraum |
| 33 | Steuerdruckraum |
| 34 | Ausgangsdruckraum |
| 35 | Rückstellfeder |
| 10 36 | Einspritzdruckleitung |
| 37 | Dämpfereinrichtung |
| 38 | Vorhub |
| 39 | Dämpferkolben |
| 40 | Ausgleichsraum |
| 15 41 | Dämpferraum |
| 42 | Drosselpfad |
| 43 | Dämpferdrossel |
| 44 | Kolbenhub |
| 45 | Kolbensitz |
| 20 46 | hydraulisch wirksame Fläche |
| 47 | Flächenabschnitt |
| 48 | Querschnitt |
| 49 | Querschnitt |
| 50 | Hilfsschließdruckfläche |
| 25 51 | Hilfsschließdruckraum |
| 52 | Verbindungsleitung |
| 53 | Drossel |
| 54 | Rücklaufsperrventil |
| 55 | Ausgleichpfad |
| 30 56 | Bohrung |
| 57 | Ringsteg |
| 58 | Verbindung |
| 59 | Druckstufe |
| 60 | Düsennadelquerschnitt |
| 35 61 | Sitzquerschnitt |

Patentansprüche

- | | |
|----|--|
| 40 | 1. Einspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, |
| | - mit einer hubverstellbar gelagerten Düsennadel (3) zum Steuern der Einspritzung von unter Einspritzdruck stehendem Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch (5), |
| | - wobei die Düsennadel (3) oder ein die Düsennadel (3) aufweisender Nadelverband (8) eine Schließdruckfläche (10) aufweist, die in einem Schließdruckraum (11) angeordnet ist, |
| 45 | - wobei der Schließdruckraum (11) über einen hydraulischen Steuerpfad (13) an ein Steuerventil (14) angeschlossen ist, das in einer ersten Schaltstellung den Steuerpfad (13) zum Schließen der Düsennadel (3) mit einem Hochdruck und in einer zweiten Schaltstellung zum Öffnen der Düsennadel (3) mit einem Niederdruck be- |
| 50 | |
| 55 | |

aufschlägt,

dadurch gekennzeichnet, dass im Steuerpfad (13) eine hydraulische Dämpfereinrichtung (37) angeordnet ist, die so ausgestaltet ist, dass sie beim Öffnen der Düsennadel (3) ihre Dämpfungswirkung erst ab einem vorbestimmten Vorhub (38) der Düsennadel (3) entfaltet.

2. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorhub (38) so bemessen ist, dass die Düsennadel (3) bei Erreichen des Vorhubs (38) eine Öffnungsphase verlässt, in welcher eine durch einen Nadelsitz (6) der Düsennadel (3) erzeugte Sitzdrosselwirkung die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine Spritzloch (5) wesentlich drosselt.

3. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorhub (38) so bemessen ist, dass bei Erreichen des Vorhubs (38) eine durch einen Nadelsitz (6) der Düsennadel (3) erzeugte Sitzdrosselwirkung gleich groß ist wie oder kleiner ist als eine durch das wenigstens eine Spritzloch (5) erzeugte Lochdrosselwirkung.

4. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Dämpfereinrichtung (37) einen hubverstellbaren Dämpferkolben (39) aufweist, der einen Ausgleichsraum (40) von einem Dämpferraum (41) trennt,
- **dass** ein Drosselpfad (42) vorgesehen ist, der den Ausgleichsraum (40) mit dem Dämpferraum (41) gedrosselt verbindet,
- **dass** der Ausgleichsraum (40) mit dem Schließdruckraum (11) kommuniziert,
- **dass** der Dämpferraum (41) über den Steuerpfad (13) an das Steuerventil (14) angeschlossen ist,
- **dass** der Dämpferkolben (39) zwischen einer ersten Kolbenstellung, in welcher der Dämpferraum (41) ein maximales Volumen aufweist, und einer zweiten Kolbenstellung, in welcher der Dämpferraum (41) ein minimales Volumen aufweist, um einen vorbestimmten Kolbenhub (44) verstellbar ist,
- **dass** der Kolbenhub (44) so bestimmt ist, dass beim Öffnen der Düsennadel (3) die Düsennadel (3) den Vorhub (38) erreicht, wenn der Dämpferkolben (39) seine zweite Kolbenstellung erreicht.

5. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dämpferkolben (39) in der ersten Kolbenstellung mit einem Kol-

bensitz (45) zusammenwirkt, der so gestaltet ist, dass eine an einer dem Ausgleichsraum (40) zugewandten Kolbenseite ausgebildete hydraulisch wirksame Fläche (46) des Dämpferkolbens (39) in der ersten Kolbenstellung kleiner ist als bei vom Sitz (45) abgehobenem Dämpferkolben (39).

6. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drosselpfad (42) eine Dämpferdrossel (43) aufweist, die im Dämpferkolben (39) ausgebildet ist und durch den Dämpferkolben (39) hindurch den Dämpferraum (41) mit dem Ausgleichsraum (40) gedrosselt verbindet.

7. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

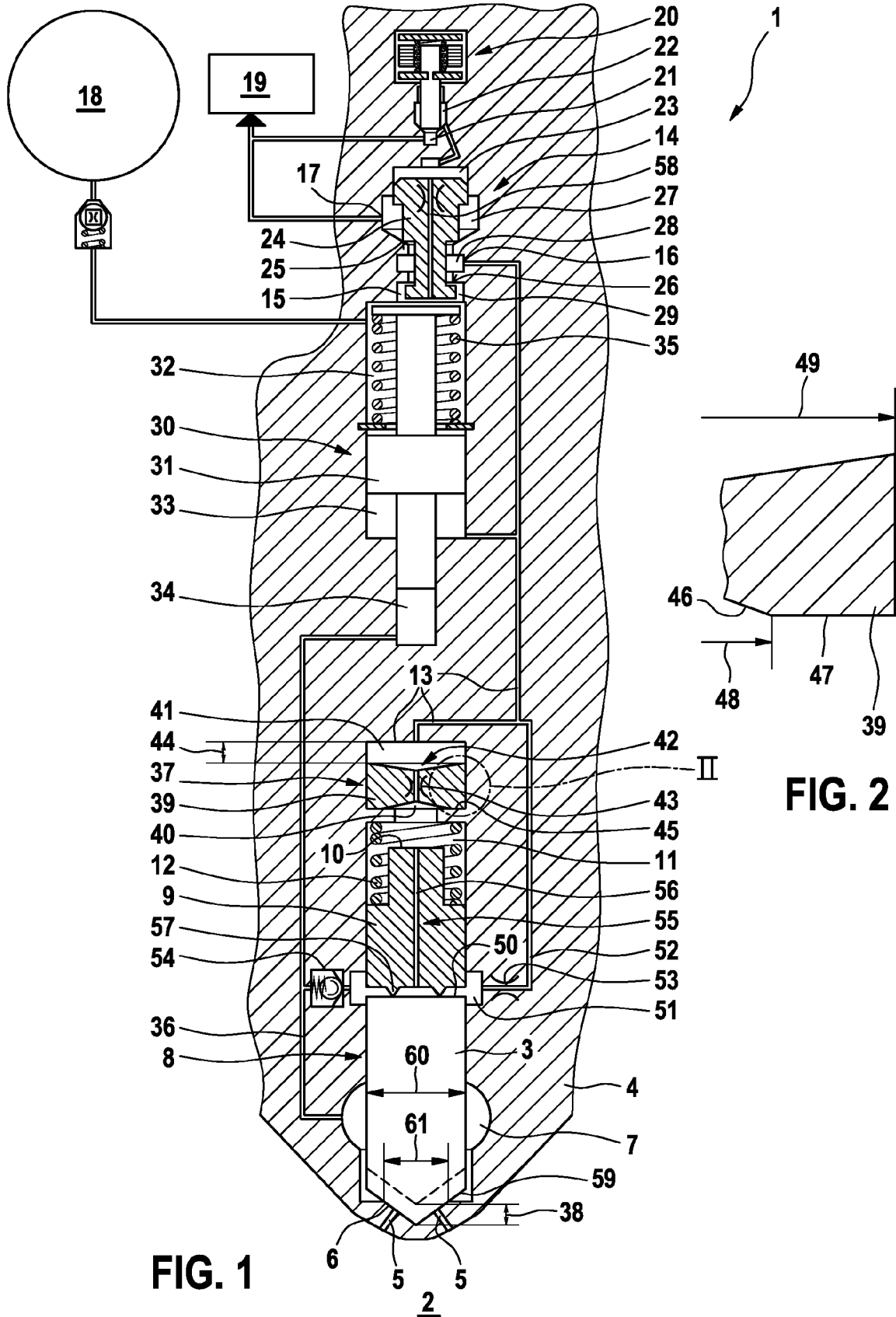
- **dass** der Nadelverband (8) einen Schließdruckkolben (9) aufweist, der die Schließdruckfläche (10) aufweist und sich axial an der Düsennadel (3) lose abstützt,
- **dass** die Düsennadel (3) eine Hilfsschließdruckfläche (50) aufweist, die in einem Hilfsschließdruckraum (51) angeordnet ist,
- **dass** der Hilfsschließdruckraum (51) über eine gedrosselte Verbindungsleitung (52) an den Steuerpfad (13) angeschlossen ist.

8. Einspritzeinrichtung nach den Ansprüchen 4 und 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselwirkung des Drosselpfads (42) stärker ist als die Drosselwirkung der Verbindungsleitung (52).

9. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dass der Hilfsschließdruckraum (51) über einen Ausgleichspfad (55) mit dem Schließdruckraum (11) kommuniziert.

10. Einspritzeinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ausgleichspfad (55) zumindest eine durch den Schließdruckkolben (9) hindurch geführte Bohrung (56) aufweist.

11. Einspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Einspritzdruckleitung (36), die dem wenigstens einen Spritzloch (5) beim Einspritzen den unter Einspritzdruck stehenden Kraftstoff zuführt, über ein Rücklaufsperrventil (54) an den Hilfsschließdruckraum (51) angeschlossen ist, das zum Hilfsschließdruckraum (51) hin sperrt.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2004/003375 A (ROBERT BOSCH GMBH; KROPP, MARTIN; MAGEL, HANS-CHRISTOPH; MACK, MANFRED) 8. Januar 2004 (2004-01-08) * Seite 17, Zeile 7 - Seite 18, Zeile 6; Abbildungen 1,7 * -----	1,4	F02M57/02 F02M59/10 F02M61/10 F02M47/02
A	WO 2004/003377 A (ROBERT BOSCH GMBH; MAGEL, HANS-CHRISTOPH) 8. Januar 2004 (2004-01-08) * Seite 4, Zeile 31 - Seite 9, Zeile 2; Abbildungen 1,2 * -----	1,4	
A	EP 0 641 931 A (SERVOJET ELECTRONIC SYSTEMS, LTD) 8. März 1995 (1995-03-08) * Spalte 20, Zeile 37 - Spalte 21, Zeile 56; Abbildungen 1,4,8 * * Spalte 23, Zeile 34 - Spalte 27, Zeile 51; Abbildungen 11-13 * -----	1-3	
A	US 2001/039935 A1 (KATO MASAOKI ET AL) 15. November 2001 (2001-11-15) * Absatz [0078] - Absatz [0083]; Abbildung 1 * * Absatz [0124] - Absatz [0164]; Abbildungen 16,17 * -----	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Dezember 2005	Prüfer Kolland, U
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 11 0930

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-12-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004003375 A	08-01-2004	DE 10229418 A1	29-01-2004
		EP 1520097 A1	06-04-2005
		JP 2005531716 T	20-10-2005
		US 2005077378 A1	14-04-2005
WO 2004003377 A	08-01-2004	DE 10229415 A1	29-01-2004
		EP 1520100 A1	06-04-2005
		JP 2005531715 T	20-10-2005
EP 0641931 A	08-03-1995	JP 7224736 A	22-08-1995
US 2001039935 A1	15-11-2001	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82