



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.07.2010 Patentblatt 2010/27

(51) Int Cl.:
F02M 45/08 (2006.01) **F02M 47/02** (2006.01)
F02M 61/04 (2006.01) **F02M 61/18** (2006.01)
F02M 63/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09174566.1**

(22) Anmeldetag: **30.10.2009**

(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 MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

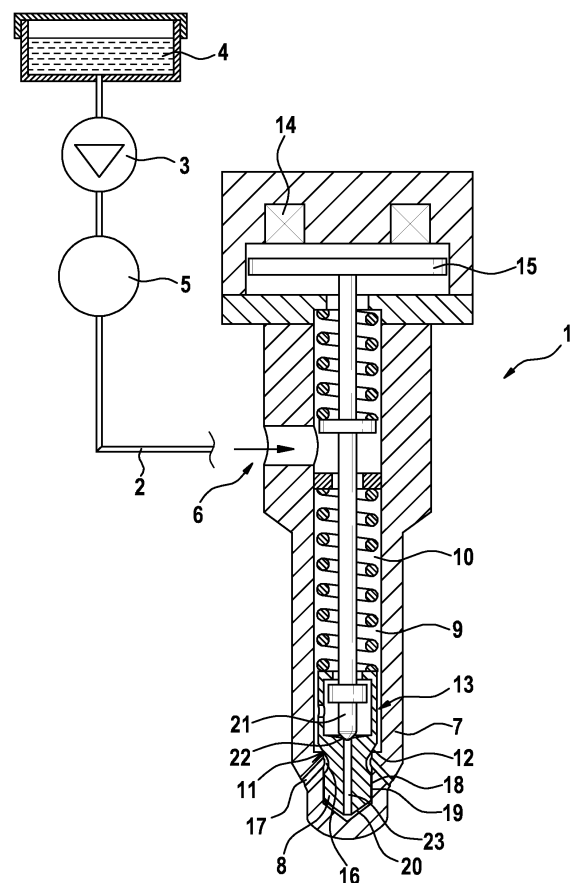
(72) Erfinder: **Jansen, Sebastian**
71636, Ludwigsburg (DE)

(30) Priorität: **30.12.2008 DE 102008055177**

(54) **Kraftstoff-Injektor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor (1) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer mittels eines Aktuators (14) zwischen einer Schließstellung und einer den Kraftstofffluss aus einem Druckbereich (9) durch mindestens eine Einspritzöffnung (17) freigebenden Öffnungsstellung verstellbaren Düsennadel (8). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mittels eines Ventils (13) der Druckbereich (9) mit einem von der Düsennadel (8) begrenzten Druckausgleichsraum (20) verbindbar ist, der derart angeordnet ist, dass aufgrund der hydraulischen Verbindung eine in Schließrichtung auf die Düsennadel (8) wirkende hydraulische Schließkraft zumindest teilweise kompensierbar ist.

Fig. 1



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine.

[0002] Common-Rail-Diesel-Injektoren müssen den zur Einspritzung erforderlichen Strömungsquerschnitt mit hoher Dynamik öffnen bzw. schließen, so dass Kraftstoff in der gewünschten Menge in den Brennraum strömen kann. Aufgrund der hohen Kraftstoffdrücke (bei zukünftigen Common-Rail-Dieselsystemen bis zu 3000bar oder darüber) wird die Düsennadel mit großer Kraft in den Düsennadelsitz gedrückt. Diese hydraulische Schließkraft muss beim Öffnen des Kraftstoff-Injektors vom Aktuator der Düsennadel überwunden werden. Da die hydraulische Schließkraft bei bekannten Injektorkonzepten so hoch ist, dass eine direkte Betätigung der Düsennadel über einen elektromagnetischen Aktuator nicht möglich ist, wird die Düsennadel bei heutigen Kraftstoff-Injektoren über einen Servokreislauf hydraulisch und/oder über einen piezoelektrischen Aktuator betätigt. Kraftstoff-Injektoren mit Servokreislauf umfassen eine Steuerkammer, deren Druck durch Öffnen eines Servoventils abgesenkt wird. Dies erfordert eine Kraftstoffrückleitung, da die bei geöffnetem Servoventil anfallende Steuermenge auf niedrigem Druckniveau zurück in den Kraftstofftank geleitet werden muss. Darüber hinaus tritt prinzipbedingt bei einigen Kraftstoff-Injektorkonzepten eine permanente Leckage auf, die ebenfalls zurückgeführt werden muss. Sowohl Steuermenge als auch Leckage führen zu einer erheblichen unerwünschten Verlustleistung im Kraftstoff-Injektor, da das entsprechende Kraftstoffvolumen zusätzlich zur eigentlichen Einspritzmenge auf Raildruckniveau gebracht werden muss. Diese Verlustleistung muss von der Hochdruckpumpe bereitgestellt werden und reduziert somit den Wirkungsgrad des Gesamtsystems. Ferner bewirkt die Rücklaufmenge eine zusätzliche Erwärmung des Kraftstoff-Injektors und erhöht aufgrund der erforderlichen Niederdruckleitung den Systemaufwand.

[0003] Aus der DE 27 102 16 A1 ist ein Kraftstoff-Injektor bekannt, der zwei voneinander getrennte, nacheinander öffnende Kraftstoffaustrittsbereiche aufweist. Die Düsennadel des bekannten Kraftstoff-Injektors ist zumindest bei Drücken jenseits von 1800bar entweder nur mittels eines piezoelektrischen Aktuators und/oder eines, ggf. elektromagnetisch aktuierten Servokreislaufes schaltbar.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor vorzuschlagen, bei dem die von einem Aktuator aufzubringende Öffnungskraft zum Verstellen der Düsennadel minimiert ist. Bevorzugt soll der Kraftstoff-Injektor ohne einen Kraftstoff-Rücklaufan-

schluss auskommen. Weiter bevorzugt soll der Kraftstoff-Injektor mittels eines elektromagnetischen Aktuators betätigbar sein.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0006] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, der Düsennadel, vorzugsweise einer Düsennadelspitze, einen Druckausgleichsraum zuzuordnen, der von der Düsennadel begrenzt wird, wobei durch Herstellen einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckausgleichsraum und dem Druckbereich eine in Öffnungsrichtung auf die Düsennadel wirkende hydraulische Kraft erzeugt wird, die die hydraulische Schließkraft, zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig, kompensiert, so dass die von dem Aktuator bereitzustellende Öffnungskraft zum Öffnen der Düsennadel, vorzugsweise auf ein Minimum, reduziert wird. Bevorzugt grenzt der Druckbereich auf einer von dem Druckausgleichsraum abgewandten Düsennadelseite an die Düsennadel an. Unter einem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors wird dabei der Bereich verstanden, indem zumindest näherungsweise Einspritzdruck herrscht. Aufgrund des Vorsehens des mittels eines Ventils mit dem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors verbindbaren Druckausgleichsraums kann auf einen Niederdruckbereich und somit auf einen Kraftstoffrücklaufanschluss verzichtet werden, was sich positiv auf den Wirkungsgrad des Gesamtsystems auswirkt. Insbesondere können bei einem nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeten Kraftstoff-Injektor sämtliche Anforderungen an die Dynamik und Sprayqualität erfüllt werden. Durch den Verzicht auf einen Kraftstoffrücklauf und den einfachen Aufbau des Kraftstoff-Injektors wird der Systemaufwand verringert, was zu einer Reduzierung der Kosten sowie einem geringeren Bauraumbedarf führt. Darüber hinaus wird, wie angedeutet, die hydraulische Verlustleistung des Kraftstoff-Injektors maßgeblich reduziert, da weder ein Leckagevolumenstrom noch ein Steuervolumenstrom anfallen. Hierdurch sinkt die von der Hochdruckpumpe zu fördernde Kraftstoffmenge, was eine geringere Pumpenleistung ermöglicht. Besonders bevorzugt weist das Ventil zum Herstellen der hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckbereich und dem Druckausgleichsraum einen (wesentlich) geringeren Sitzquerschnitt auf als der Düsennadelsitz, um zu gewährleisten, dass das Ventil mit einer geringen Aktuatorkraft offenbar ist. Im Fall der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor, insbesondere als Common-Rail-Diesel-Injektor handelt es sich bei dem Druckbereich, der über das Ventil hydraulisch mit dem Druckausgleichsraum verbindbar ist, bevorzugt um einen Hochdruckbereich des Kraftstoff-Injektors, in dem bevorzugt zumindest näherungsweise Raildruck herrscht.

[0007] Neben einer Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor ist ein nach dem Konzept der Erfindung ausgebildeter Injektor auch zur Benzin-Direkteinspritzung einsetzbar, wobei auch in diesem Fall im Druckbereich bevorzugt zumindest näherungsweise Raildruck herrscht. Gegenüber bekannten magnetisch betriebenen Benzin-Injektoren lassen sich durch die verringerte Betätigungskraft erhebliche Dynamikvorteile (kürzere Schaltzeiten) erzielen. Zudem kann der Düsenadelsitzdurchmesser vergrößert werden, was bei geöffnetem Kraftstoff-Injektor eine geringere interne Drosselung bewirkt, so dass unmittelbar vor der mindestens einen Einspritzöffnung nahezu der volle Raildruck anliegt. Im Vergleich zu den vergleichsweise teuren Injektoren mit Piezoaktor können zudem Kosten eingespart werden.

[0008] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass unmittelbar aus dem Druckausgleichsraum keine Einspritzöffnung ausmündet. Der Druckausgleichsraum ist bevorzugt mittels einer Ringspaltabdichtung hydraulisch von einem Ausmündungsbereich der mindestens einen Einspritzöffnung, vorzugsweise sämtlicher Einspritzöffnungen, getrennt. Besonders bevorzugt weist der Kraftstoff-Injektor dabei nur einen einzigen, insbesondere ringförmigen Ausmündungsbereich auf, aus dem die mindestens eine Einspritzöffnung ausmündet. Bevorzugt befindet sich die Einspritzöffnung in einem Bereich axial zwischen einem Düsenadelsitz und dem Druckausgleichsraum. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Ringspaltabdichtung, die den Druckausgleichsraum hydraulisch von dem Ausmündungsbereich trennt, radial zwischen der Düsenadel und einem Düsenkörper (Gehäuseteil) gebildet ist. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich bei der Ringspaltabdichtung um einen Führungsspalt zwischen Düsenadel und Düsenkörper.

[0009] Wie eingangs angedeutet, ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der der Druckausgleichsraum derart angeordnet und dimensioniert ist, dass die auf die Düsenadel wirkende hydraulische Schließkraft vollständig kompensiert wird, so dass der Aktuator im Wesentlichen nur Reibungskräfte und Schließfederkräfte zum Öffnen der Düsenadel überwinden muss. Zur Realisierung einer vollkommenen Druckausgeglichenheit der Düsenadel in axialer Richtung ist es bevorzugt, wenn der Durchmesser der Ringspaltabdichtung, also bevorzugt der Durchmesser des Führungsabschnitts der Düsenadel zumindest näherungsweise, vorzugsweise exakt dem Durchmesser des Düsenadelsitzes entspricht.

[0010] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors, bei der das Ventil zum Herstellen einer hydraulischen Verbindung zwischen Druckbereich und Druckausgleichsraum vor dem Öffnen der Düsenadel öffnet. Anders ausgedrückt wird bevorzugt vor dem Beginn des Einspritzvorgangs eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich und dem Druckausgleichsraum hergestellt, also die hydraulische

Schließkraft zumindest teilweise kompensiert, um dann die Düsenadel mit reduzierter Aktuatorkraft vom Düsenadelsitz abheben zu können. Bei geöffnetem Ventil strömt, im Fall der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor, unter hohem Druck stehender Kraftstoff in den, insbesondere unterhalb der Düsenadel angeordneten Druckausgleichsraum, so dass sich in diesem unmittelbar zumindest näherungsweise Raildruck aufbaut was dann den erwünschten Druckausgleich der Düsenadel bewirkt. Der Druckaufbau wird dabei bevorzugt dadurch beschleunigt, dass die vorerwähnte, bevorzugte Ringspaltabdichtung den Druckausgleichsraum vom Ausmündungsbereich der mindestens einen Einspritzöffnung trennt, so dass ein nennenswerter Kraftstoffstrom aus dem Druckausgleichsraum in den Brennraum durch die Einspritzöffnung verhindert wird.

[0011] Das Schließen des Kraftstoffinjektors erfolgt bevorzugt indem zunächst die Düsenadel zurück in ihren Düsenadelsitz bewegt und anschließend das Ventil geschlossen wird, um somit den Druckausgleichsraum wieder hydraulisch von dem Druckbereich des Kraftstoff-Injektors zu trennen. Somit ist im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors eine vollständige Dichtheit des Kraftstoff-Injektors gegeben. Wie später noch erläutert werden wird, ist es besonders bevorzugt, wenn der Düsenadel und dem Ventil separate Schließfedern zugeordnet sind. Durch eine geeignete Abstimmung der Federkräfte kann ein Schließen der Düsenadel vor dem Ventil sichergestellt werden. Dadurch, dass die Düsenadel vor dem Ventilelement des Ventils schließt, kann der durch die Schließbewegung der Düsenadel aus dem Druckausgleichsraum verdrängte Kraftstoff am Ventilsitz des Ventils vorbei zurück in den Druckbereich strömen.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass der Kraftstoff-Injektor einen einzigen Aktuator aufweist. Dieser dient bevorzugt sowohl zum Verstellen der Düsenadel zwischen ihrer Öffnungs- und ihrer Schließstellung als auch zum Öffnen und Schließen des Ventils. Hierzu wirkt der Aktuator bevorzugt sowohl auf ein Ventilelement des Ventils als auch auf die Düsenadel.

[0013] Ganz besonders bevorzugt ist es dabei, wenn das Ventilelement, insbesondere mechanisch, mit der Düsenadel gekoppelt ist, vorzugsweise derart, dass ein Öffnen des Ventils zu einem zeitversetzten Verstellen der Düsenadel aus ihrer Schließstellung heraus führt. Dabei ist bevorzugt das Ventilelement oder ein fest mit dem Ventilelement verbundenes Bauteil als Mitnehmer ausgebildet, der die Düsenadel nach dem Abheben des Ventilelementes von seinem Sitz in Öffnungsrichtung mitnimmt. Bei der Schließbewegung bleibt der Mitnehmer bevorzugt solange in Kontakt mit der Düsenadel, bis diese auf ihrem Düsenadelsitz anliegt. Dies kann, wie bereits angedeutet, durch eine entsprechende Abstimmung von mindestens zwei Schließfedern (Düsenadelschließfeder und Ventilschließfeder) erreicht werden.

[0014] Wie bereits angedeutet, ist es besonders bevorzugt, wenn zum Schließen des Ventils eine Ventilschließfeder vorgesehen ist. Bevorzugt ist zusätzlich zur Ventilschließfeder eine Düsennadelschließfeder zum Schließen der Düsennadel vorgesehen. Die Federkräfte der Ventilschließfeder und der Düsennadelschließfeder sind weiter bevorzugt derart ausgebildet, dass die Düsennadel ihre Schließposition erreicht, bevor das Ventil geschlossen wird und somit den Druckausgleichsraum vom Druckbereich des Kraftstoff-Injektors trennt.

[0015] Konstruktiv vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei der in der Düsennadel ein, vorzugsweise konzentrisch zu deren Längsmittelachse verlaufender, Verbindungskanal vorgesehen ist, durch den Kraftstoff bei geöffnetem Ventil aus dem Druckbereich in den Druckausgleichsraum strömen kann. Bevorzugt ragt das Ventilelement des Ventils in axialer Richtung in die Düsennadel hinein, um den Verbindungskanal, vorzugsweise nach dem Schließen des Kraftstoff-Injektors schließen zu können. Besonders bevorzugt ist der Ventilsitz des Ventils hierzu unmittelbar an der Düsennadel ausgebildet.

[0016] Wie eingangs angedeutet, ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors besonders bevorzugt, bei der der Kraftstoff-Injektor rücklaufanschlusssfrei ist, also weder eine Steuermenge noch eine Leckagemenge anfällt, die in den Kraftstofftank zurücktransportiert werden müssen.

[0017] Zwar ist auch eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors mit Piezoaktuator möglich. Aus Kostengründen ist jedoch eine Ausführungsform bevorzugt, bei der der Aktuator zum Verstellen der Düsennadel und/oder des Ventils ein elektromagnetischer Aktuator ist.

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen.

[0019] Diese zeigen in:

Fig. 1: einen Kraftstoff-Injektor mit Druckausgleichsraum und einem diesen zugeordneten Ventil in einem geschlossen Zustand,

Fig. 2: den Kraftstoff-Injektor gemäß Fig. 1 mit geöffnetem Ventil vor Beginn des Einspritzvorgangs,

Fig. 3: den Kraftstoff-Injektor gemäß den Fig. 1 und 2 während des Einspritzvorgangs und

Fig. 4: den Kraftstoff-Injektor gemäß den Fig. 1 bis 3 bei beendetem Einspritzvorgang jedoch bei noch geöffnetem Ventil.

[0020] In den Figuren sind gleiche Elemente und Elemente mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0021] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor aus-

gebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einen nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine gezeigt. Der Kraftstoff-Injektor 1 wird neben anderen, nicht gezeigten Kraftstoff-Injektoren über eine Versorgungsleitung 2 mit unter hohem Druck stehendem Kraftstoff versorgt. Im Falle der Ausbildung des Kraftstoff-Injektors als Diesel-Injektor liegt dieser Kraftstoffdruck bevorzugt jenseits von 2000bar. Zur Erzeugung des Kraftstoffdrucks ist eine Hochdruckpumpe 3 vorgesehen, die Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 4 (Tank) in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 5 (Rail) befördert.

[0022] Wie sich aus Fig. 1 ergibt, weist der Kraftstoff-Injektor 1 lediglich einen Zulaufanschluss 6, nicht jedoch einen Rücklaufanschluss auf.

[0023] Innerhalb eines Düsenkörpers 7 ist eine Düsennadel 8 axial verstellbar geführt. Die Düsennadel 8 ragt in einen Druckbereich 9 (hier Druckraum 10), der aus Gründen der Schwingungsreduzierung als Mini-Rail ausgebildet ist. In den Druckbereich 9 mündet die Versorgungsleitung 2, so dass im Druckbereich 9 zumindest näherungsweise Raildruck herrscht, der wiederum näherungsweise dem Einspritzdruck entspricht.

[0024] Fig. 1 zeigt den Kraftstoff-Injektor 1 im geschlossen Zustand. In diesem liegt die Düsennadel 8 mit einer konusförmigen Dichtfläche 11 auf einem von einer Umfangsschulter des Düsenkörpers 7 gebildeten Düsennadelsitz 12 auf. Auf die Düsennadel 8 wirkt in der Zeichnungsebene nach unten, d.h. in Schließrichtung eine hydraulische Schließkraft, die auf die Druckbeaufschlagung mit im Druckbereich 9 befindlichem, unter Druck stehendem Kraftstoff zurückzuführen ist.

[0025] Zum Öffnen der Düsennadel 8 sowie zum Öffnen eines später noch zu erläuternden Ventils 13 ist ein als elektromagnetischer Aktuator ausgebildeter Aktuator 14 vorgesehen, dem eine Ankerplatte 15 zugeordnet ist. Die Ankerplatte 15 befindet sich ebenfalls im Druckbereich 9 des Kraftstoff-Injektors 1.

[0026] Wie sich weiter aus Fig. 1 ergibt, befindet sich in der Zeichnungsebene unmittelbar axial unterhalb des Düsennadelsitzes 12 ein ringförmiger Ausmündungsbereich 16, aus dem eine Anzahl von über den Umfang verteilten, in den Düsenkörper 7 eingebrachten Einspritzöffnungen 17 ausmünden.

[0027] Axial in der Zeichnungsebene unten grenzt an den ringförmigen Ausmündungsbereich 16, der im geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors 1 hydraulisch von dem Druckbereich 9 getrennt ist, ein Führungsabschnitt 18 an, in dem die Düsennadel 8 am Innenumfang einer Sacklochbohrung im Düsenkörper 7 geführt ist. Im Führungsabschnitt 18 ist radial zwischen der Düsennadel 8 und dem Düsenkörper 7 eine Ringspaltabdichtung 19 (Führungsspalt) ausgebildet. Axial an die Ringspaltabdichtung 19 grenzt in der Zeichnungsebene unten ein Druckausgleichsraum 20 an. Dieser ist zumindest weitgehend hydraulisch über die Ringspaltabdichtung 19 von dem Ausmündungsbereich 16 entkoppelt. Über das Ventil 13 ist der Druckausgleichsraum 20 mit dem Druck-

bereich 9 verbindbar, der auf der von dem Druckausgleichsraum 20 abgewandten Düsennadelseite angeordnet ist. Da der Durchmesser des Düsenkörpers 7 im Führungsabschnitt 18 dem Durchmesser des Düsennadelsitzes 12 entspricht, ist die Düsennadel 8 bei mit dem Druckbereich 9 verbundenem Druckausgleichsraum 20 in axialer Richtung druckausgeglichen.

[0028] Durch eine, vorzugsweise nur geringfügige, Variation der Durchmesser des Düsennadelsitzes 12 und des Führungsabschnittes 18 bzw. der Ringspaltabdichtung 19 kann bei Bedarf eine, vorzugsweise kleine, schließende oder öffnende Druckstufe realisiert werden.

[0029] In dem in Fig. 1 gezeigten, vollständig geschlossenen Zustand des Kraftstoff-Injektors 1 liegt sowohl die Düsennadel 8 an ihrem Düsennadelsitz 12 als auch ein axial verstellbares Ventilelement 21 des Ventils 13 an seinem Ventilsitz 22 an. Der Ventilsitz 22 ist an die Düsennadel 8 angeformt. Solange das Ventilelement 21 mit seiner Stirnseite am Ventilsitz 22 anliegt, kann kein Kraftstoff aus dem Druckbereich 9 durch einen zentrisch in der Düsennadel 8 angeordneten Verbindungskanal 23 in den Druckausgleichsraum 20 strömen, so dass im Druckausgleichsraum 20 zumindest näherungsweise Brennraumdruck vorherrscht, also ein (wesentlich) geringerer Druck als im Druckraum 9.

[0030] Damit die Öffnungskraft des (leistungsschwachen) Aktuators 14 ausreicht, die Düsennadel 8 aus der dargestellten Schließstellung in eine in der Zeichnungsebene nach oben verstellte Öffnungsstellung zu bewegen, muss zunächst eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich 9 und dem Druckausgleichsraum 20 hergestellt werden. Hierzu wird, wie sich aus Fig. 2 ergibt, der Aktuator 14 bestromt. Aufgrund der festen Verbindung zwischen Ankerplatte 15 und dem langgestreckten Ventilelement 21 wird letzteres in der Zeichnungsebene nach oben bewegt, so dass ein als Mitnehmer 24 dienender Umfangsbund 25 des Ventilelementes 21 zur axialen Anlage an einem unteren Rand 26 einer Durchgangsöffnung 27 kommt, die stirnseitig in die Düsennadel 8 eingebracht ist.

[0031] Die Durchgangsöffnung 27 wird in axialer Richtung von dem Ventilelement 21 durchsetzt - der Mitnehmer 24 ist somit in einer inneren Düsennadelkammer 28 gefangen.

[0032] Wie sich aus Fig. 2 ergibt, öffnet zunächst das Ventil 13, so dass Kraftstoff aus dem Druckbereich 9 zunächst über eine Radialbohrung 29 in die Düsennadelkammer 28 und von dieser durch den zentrischen Verbindungskanal 23 in axialer Richtung nach unten in den Druckausgleichsraum 20 strömen kann. Der Verbindungskanal 23 ist die einzige Ein- und Auslauföffnung des Druckausgleichsraums 20. Aus diesem münden keine Einspritzöffnungen aus. Aufgrund des Kraftstoffstroms aus dem Druckbereich 9 in den Druckausgleichsraum 20 entsteht eine in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Kraft, die bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die in Schließrichtung wirkende hydraulische Kraft vollständig kompensiert, so dass auf die Düsennadel 8 in axialer Richtung nach unten lediglich noch die Federkraft einer Düsennadelschließfeder 30 wirkt, die sich stirnseitig an der Düsennadel 8 sowie auf der gegenüberliegenden Seite an einer Scheibe 31 abstützt, welche wiederum mit dem Düsenkörper 7 verschraubt ist.

[0033] Durch die zuvor beschriebene mechanische Kopplung zwischen dem Ventilelement 21 und der Düsennadel 8 über den Mitnehmer 24 wird bei einer weiteren axialen Verstellbewegung des Ventilelementes 21 in der Zeichnungsebene nach oben die Düsennadel 8 mitgenommen (vgl. Fig. 3), wodurch eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckbereich 9 und dem Ausmündungsbereich 16 hergestellt wird, so dass Kraftstoff aus dem Ausmündungsbereich 16 bzw. aus dem Druckbereich 9 unmittelbar durch die Einspritzöffnungen 17 in den Brennraum der Brennkraftmaschine ausströmen kann. Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des Aktuators 14 unterbrochen. Hierdurch wird das Ventilelement 21 mittels einer Ventilschließfeder 32, die sich einenends an einem Umfangsbund 33 des Ventilelementes 21 und anderenends an einer Scheibe 34 abstützt, in der Zeichnungsebene nach unten bewegt, wobei die Federkraft der Ventilschließfeder 32 geringer ist als die Federkraft der Düsennadelfeder 30, so dass die Abwärtsbewegung des Ventilelementes 21 und der Düsennadel 8 zunächst gekoppelt verläuft, bevor die Düsennadel 8 vor dem Ventilelement 21 ihre jeweilige Schließstellung erreicht. Durch die Schließbewegung der Düsennadel wird, wie in Fig. 4 durch Pfeile angedeutet, Kraftstoff aus dem Druckausgleichsraum 20 verdrängt. Dieser verdrängte Kraftstoff strömt durch den Verbindungskanal 23 und die Radialbohrung 29 zurück in den Druckbereich 9. Unterstützt durch die Federkraft der Ventilschließfeder 32 bewegt sich das Ventilelement 21 weiter in Richtung Ventilsitz 22 und verschließt den Druckausgleichsraum 20, um weitere Leckageverluste bei geschlossenem Kraftstoff-Injektor aus dem Druckausgleichsraum 20 über die Ringspaltabdichtung 19 in den Ausmündungsbereich 16 und von dort aus über die Einspritzöffnungen 17 in den Brennraum zu vermeiden. Nach Schließen des Ventils 13 wird wieder der in Fig. 1 gezeigte Zustand erreicht.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer mittels eines Aktuators (14) zwischen einer Schließstellung und einer den Kraftstofffluss aus einem Druckbereich (9) durch mindestens eine Einspritzöffnung (17) freigebenden Öffnungsstellung verstellbaren Düsennadel (8),
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels eines Ventils (13) der Druckbereich (9) mit einem von der Düsennadel (8) begrenzten Druckausgleichsraum (20) verbindbar ist, der derart

- angeordnet ist, dass aufgrund der hydraulischen Verbindung eine in Schließrichtung auf die Düsen-
nadel (8) wirkende hydraulische Schließkraft zumin-
dest teilweise kompensierbar ist.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Druckausgleichsraum (20) mittels einer
Ringspaltdichtung (19) hydraulisch von einem Aus-
mündungsbereich (16) der mindestens einen Ein-
spritzöffnung (17), vorzugsweise sämtlicher Ein-
spritzöffnung (17), getrennt ist. 5
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder
2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser der Ringspaltdichtung (19),
zumindest näherungsweise, dem Durchmesser ei-
nes Düsenadelsitzes (12) entspricht. 10
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventil (13) vor dem Abheben der Düsen-
nadel (8) aus ihrer Schließstellung offenbar ist. 15
5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventil (13) nach dem Erreichen der 30
Schließstellung der Düsennadel (8) schließbar ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 35
dass der Aktuator (14) zum Verstellen der Düsen-
nadel (8) gleichzeitig zum Verstellen eines Ventilele-
mentes (21) des Ventils (13) dient.
7. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 6, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass das Ventilelement (21), insbesondere mecha-
nisch, mit der Düsennadel (8) gekoppelt ist, vorzugs-
weise derart, dass ein Öffnen des Ventils (13) zu
einem zeitversetzten Verstellen der Düsennadel (8) 45
aus ihrer Schließstellung führt.
8. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 6 oder
7,
dadurch gekennzeichnet, 50
dass eine Ventilschließfeder (32) zum Schließen
des Ventils (13) vorgesehen ist.
9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, 55
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Düsenadelschließfeder (30) zum Schlie-
ßen der Düsennadel (8) vorgesehen ist.
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Düsennadel (8) ein, vorzugsweise kon-
zentrisch zu deren Längsmittelachse verlaufender,
Verbindungskanal (23) vorgesehen ist, durch den
Kraftstoff bei geöffnetem Ventil (13) aus dem Druck-
bereich (9) in den Druckausgleichsraum (20) strö-
men kann.
11. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kraftstoff-Injektor (1) rücklaufanschlussfrei
ist.
12. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aktuator (14) ein elektromagnetischer Ak-
tuator (14) ist.

Fig. 1

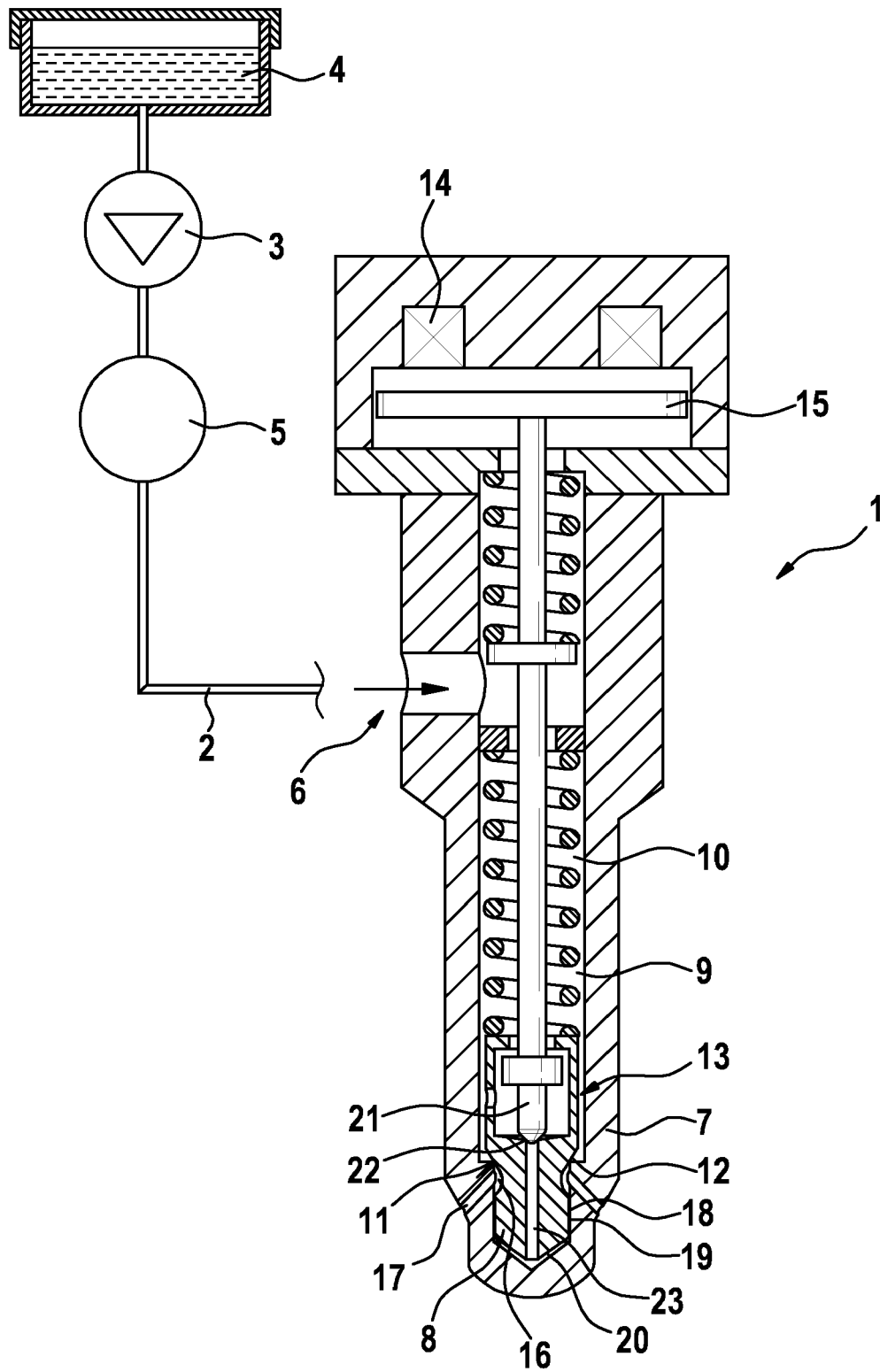


Fig. 2

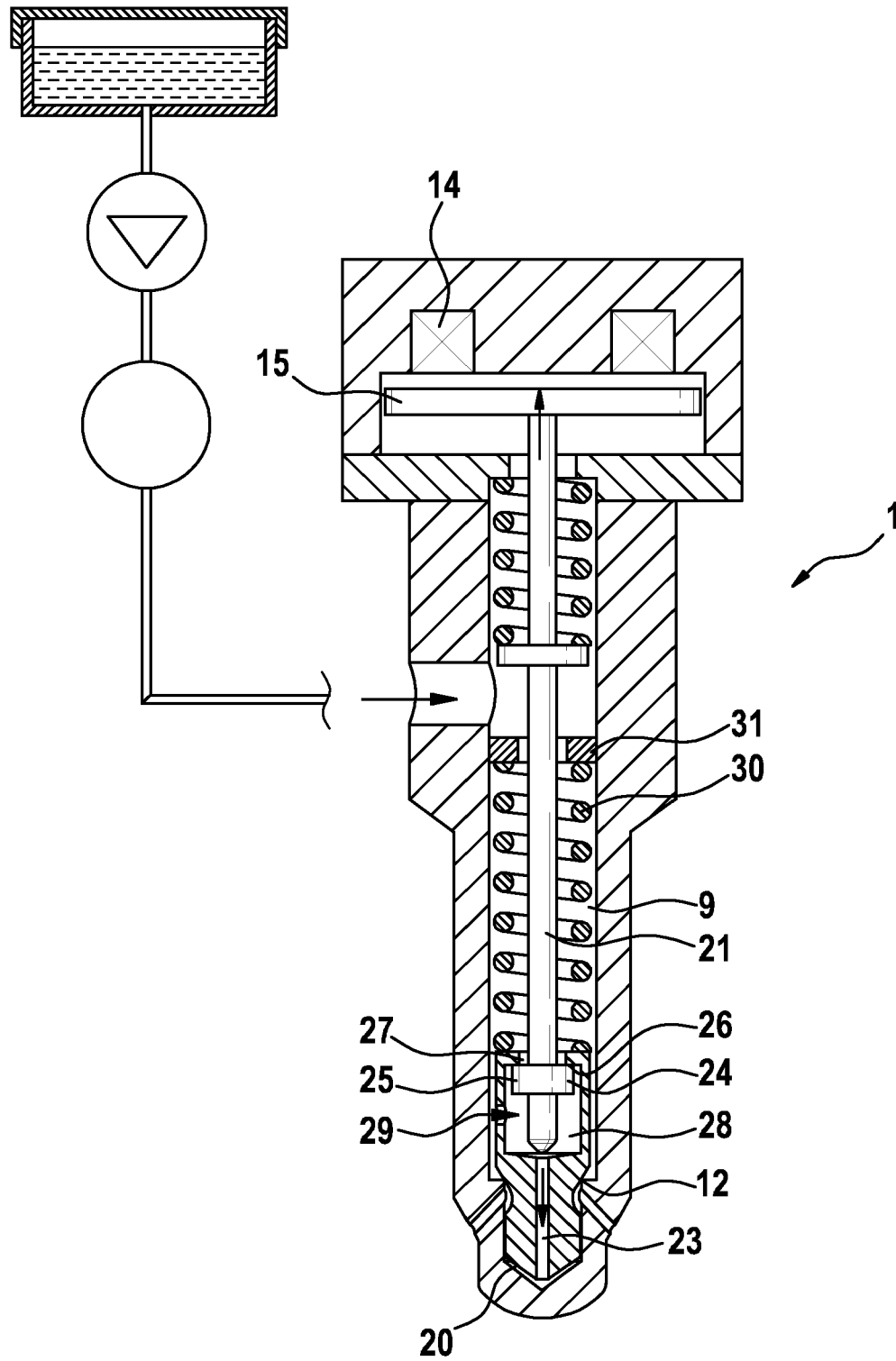


Fig. 3

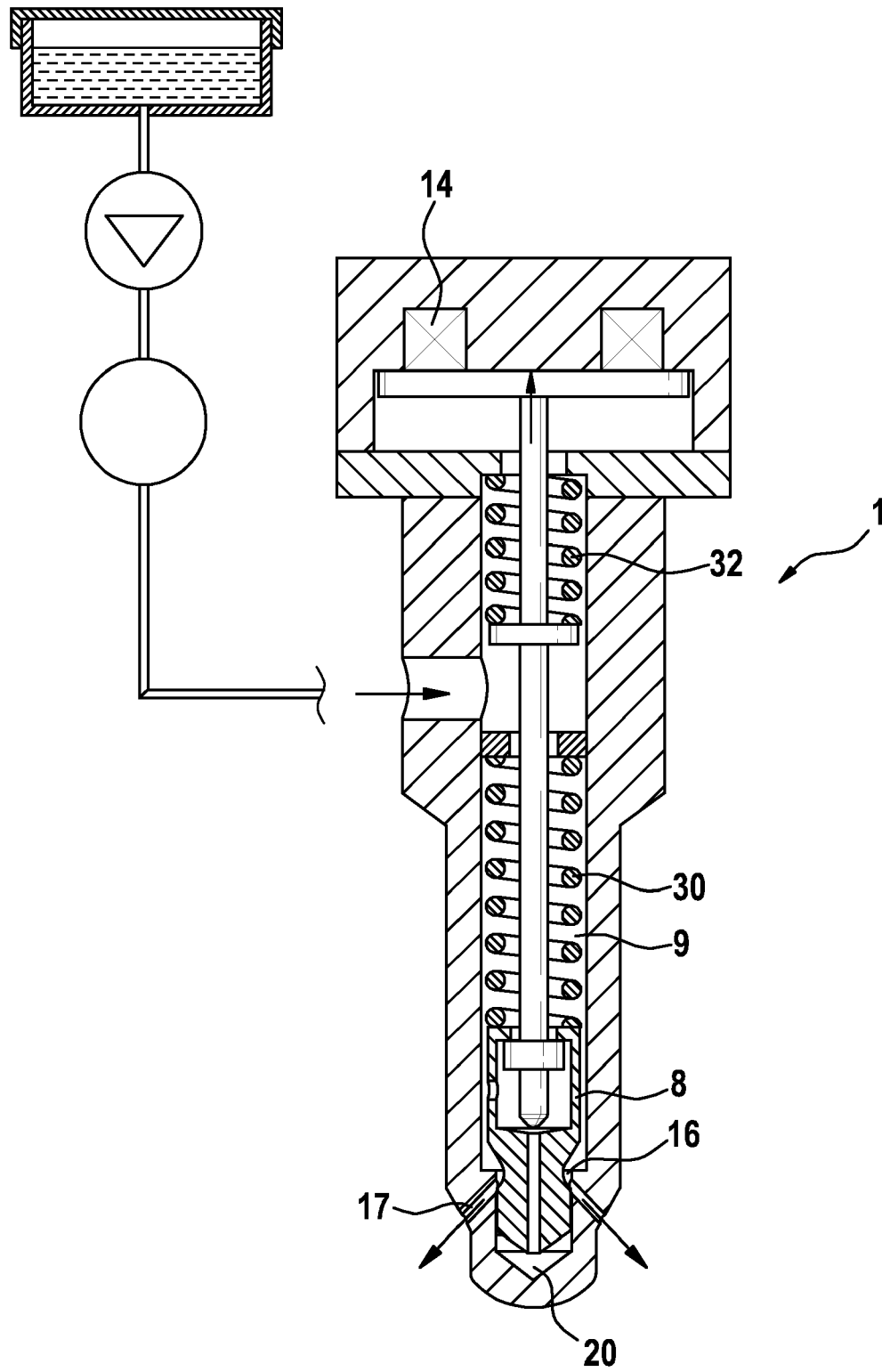
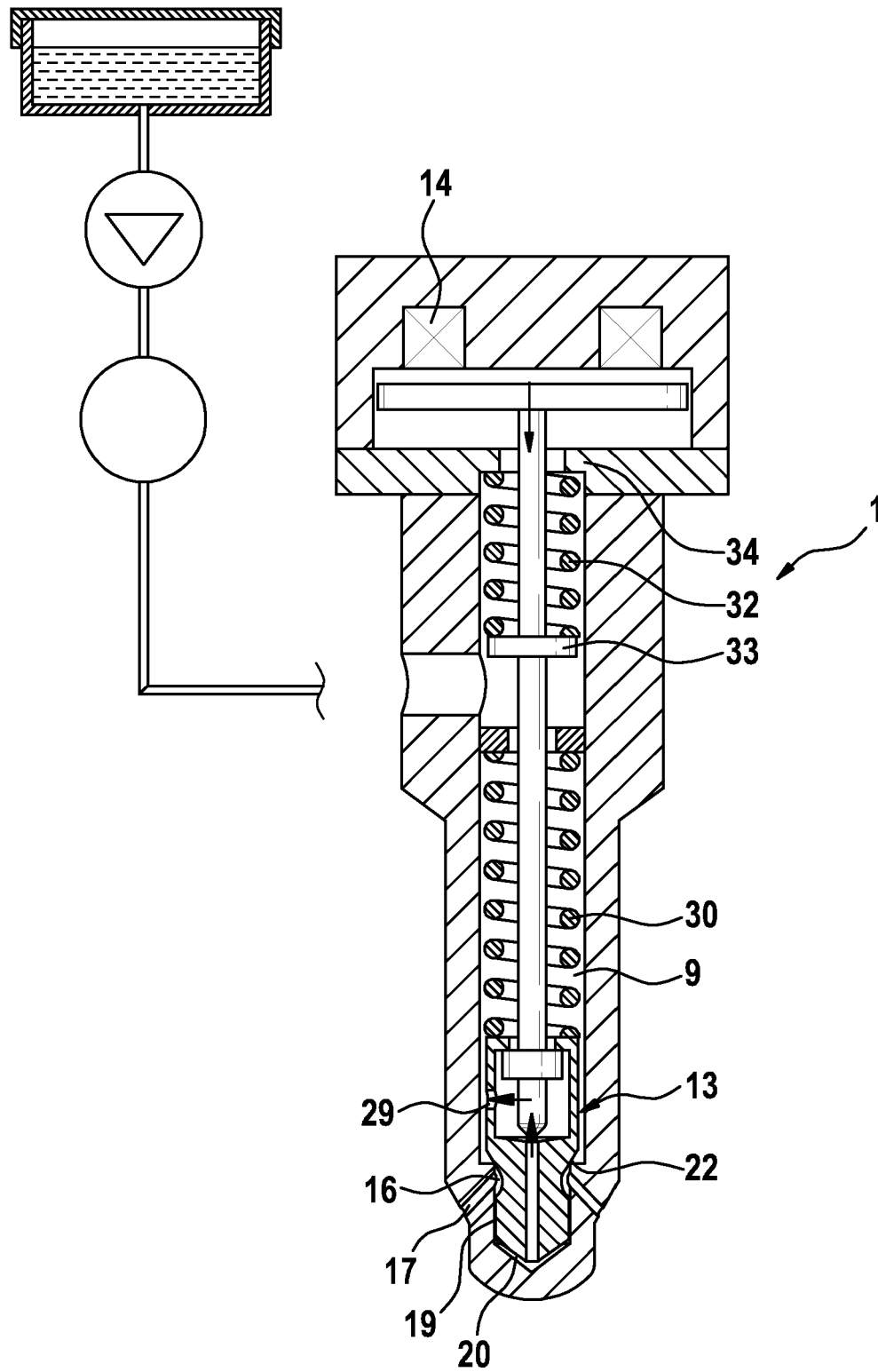


Fig. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 17 4566

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 27 10 216 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 14. September 1978 (1978-09-14) * Seite 8, Zeile 12 - Seite 10, Zeile 2; Abbildungen 2-4 * * Zusammenfassung *	1-12	INV. F02M45/08 F02M47/02 F02M61/04 F02M61/18
A	EP 0 262 197 A1 (VOEST ALPINE AUTOMOTIVE [AT]) 6. April 1988 (1988-04-06) * Spalte 7, Zeile 4 - Zeile 30; Abbildung 5 * * Zusammenfassung *	1-12	ADD. F02M63/00
A	DE 10 2005 005713 A1 (SIEMENS AG [DE]) 10. August 2006 (2006-08-10) * Absätze [0012], [0027], [0029]; Abbildungen 2,3 * * Zusammenfassung *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Februar 2010	Prüfer Hermens, Sjoerd
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 Patentedokument, 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 09 17 4566

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

22-02-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2710216 A1	14-09-1978	GB 1560615 A	06-02-1980
		JP 53110721 A	27-09-1978
		US 4151958 A	01-05-1979
-----	-----	-----	-----
EP 0262197 A1	06-04-1988	WO 8706308 A1	22-10-1987
		AT 53436 T	15-06-1990
-----	-----	-----	-----
DE 102005005713 A1	10-08-2006	KEINE	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2710216 A1 [0003]