



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 206 969.6**

(22) Anmeldetag: **10.04.2014**

(43) Offenlegungstag: **15.10.2015**

(51) Int Cl.: **F02M 51/06 (2006.01)**  
**F02M 47/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

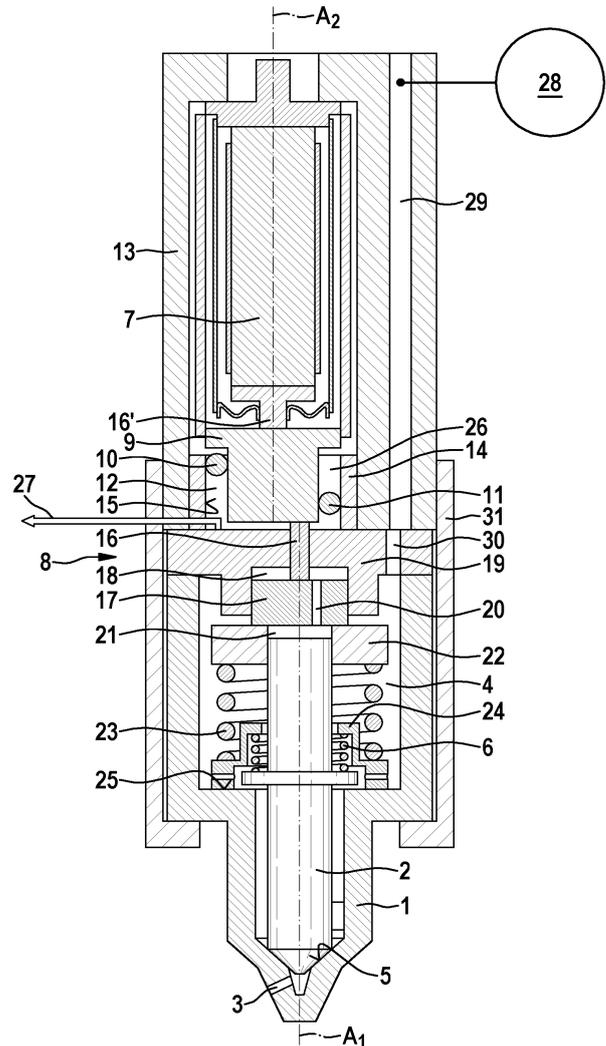
(72) Erfinder:  
**Wengert, Andreas, 71522 Backnang, DE;**  
**Wiedmann, Felix, 70469 Stuttgart, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffinjektor**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, umfassend einen Düsenkörper (1) und eine Düsennadel (2), die zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (3) in einer Hochdruckbohrung (4) des Düsenkörpers (1) hubbeweglich aufgenommen und in Richtung eines Dichtsitzes (5) von der Federkraft einer Düsenfeder (6) beaufschlagt ist, ferner umfassend einen Aktor (7) zur Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel (2), wobei der Aktor (7) über eine Kopplungseinrichtung (8) mit der Düsennadel (2) hydraulisch gekoppelt ist und wobei die Kopplungseinrichtung (8) einen Achsversatz zwischen einer Längsachse ( $A_1$ ) der Düsennadel (2) und einer Längsachse ( $A_2$ ) des Aktors (7) ausgleicht.

Erfindungsgemäß umfasst die Kopplungseinrichtung (8) einen koaxial zur Längsachse ( $A_2$ ) des Aktors (7) angeordneten Kopplerkolben (9), der über wenigstens zwei Wälzkörper (10, 11), die zueinander in einem axialen Abstand angeordnet sind, axial beweglich gelagert ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

**[0002]** Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 002 412 A1 ist ein Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine bekannt, der zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung eine in einer Hochdruckbohrung eines Düsenkörpers hubbeweglich aufgenommene Düsennadel sowie einen Aktor zur Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel besitzt. Der Aktor ist hierzu mit der Düsennadel hydraulisch gekoppelt und betätigt einen in einem Kopplungsraum verdrängerwirksamen Geberkolben, während die Düsennadel mit einem im Kopplungsraum verdrängerwirksamen Nehmerkolben hubgekoppelt ist. Um im Injektorkörper notwendige Hochdruckleitungen unterbringen zu können, besitzen der Aktor und der Geberkolben einerseits und die Düsennadel und der Nehmerkolben andererseits unterschiedliche Hubachsen, wobei diese Hubachsen zueinander parallel und seitlich versetzt angeordnet sind. Die Wirkrichtung des Aktors entspricht dabei der Bewegungsrichtung der Düsennadel, so dass die Aktivierung des Aktors eine auf die Düsennadel wirkende Schließkraft erzeugt.

**[0003]** Darüber hinaus sind Kraftstoffinjektoren mit einer hydraulischen Kopplungseinrichtung bekannt, die zu einer Umkehr der Wirkrichtung des Aktors führen. Die Aktivierung des Aktors bewirkt in diesem Fall das Öffnen der Düsennadel. Ein solcher Kraftstoffinjektor geht beispielhaft aus der Offenlegungsschrift DE 10 2011 003 443 A1 hervor. Der Aktor ist in diesem Fall ein Piezoaktor, der sich bei Aktivierung längt und den Geberkolben entgegen der Federkraft einer Vorspannfeder in Richtung der Düsennadel bewegt, so dass der Druck in einem ersten Kopplerraum steigt. Der erste Kopplerraum steht mit einem weiteren Kopplerraum in Verbindung, der unterhalb eines mit der Düsennadel verbundenen Kopplerkolbens angeordnet ist, so dass der im weiteren Kopplerraum bewirkte Druckanstieg zum Abheben der Düsennadel von ihrem Dichtsitz führt. Zum Schließen wird die Aktivierung des Aktors beendet, der sich daraufhin wieder zusammenzieht, wobei die Federkraft der Vorspannfeder zur Rückstellung des Geberkolbens führt. Die beiden Kopplerräume werden entlastet, während in einem weiteren Kopplervolumen ein auf die Düsennadel wirkender Schließdruck aufgebaut wird, so dass in der Folge auch die Düsennadel in ihren Dichtsitz zurückgestellt wird.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau eines Kraftstoffinjektors mit exzentrisch angeordnetem Aktor und Umkehrkoppler zu vereinfachen. Ferner soll die Robustheit eines solchen Injektors gesteigert werden. Insbesondere soll der Verschleiß an den beweglichen Bauteilen aufgrund von Querkräften gemindert werden, die auf eine exzentrische Krafteinleitung zurückzuführen sind.

**[0005]** Zur Lösung der Aufgabe wird der Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

### Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Der zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgeschlagene Kraftstoffinjektor umfasst einen Düsenkörper und eine Düsennadel, die zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung in einer Hochdruckbohrung des Düsenkörpers hubbeweglich aufgenommen ist. Der Kraftstoffinjektor umfasst ferner einen Aktor zur Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel, wobei der Aktor über eine Kopplungseinrichtung mit der Düsennadel hydraulisch gekoppelt ist. Die Kopplungseinrichtung gleicht dabei einen Achsversatz zwischen einer Längsachse der Düsennadel und einer Längsachse des Aktors aus. Erfindungsgemäß umfasst die Kopplungseinrichtung einen koaxial zur Längsachse des Aktors angeordneten Kopplerkolben, der über wenigstens zwei Wälzkörper, die zueinander in einem axialen Abstand angeordnet sind, axial beweglich gelagert ist. Die axial bewegliche Lagerung des Kopplerkolbens über wenigstens zwei Wälzkörper, die in einem axialen Abstand zueinander angeordnet sind, bewirkt eine Führung des Kopplerkolbens. In der Folge wird der Verschleiß am Kopplerkolben, der auf den Kopplerkolben einwirkende Querkräfte aufgrund einer außermittigen Belastung zurückzuführen ist, verringert. In der Folge steigt die Robustheit des Injektors. Zugleich kann ein solcher Injektor einfach aufgebaut sein, was die Herstellungskosten verringert.

**[0007]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind zur axial beweglichen Lagerung des Kopplerkolbens mehrere Wälzkörper in einer Radialebene angeordnet. Die Anordnung mehrerer Wälzkörper in einer Radialebene bewirkt eine verbesserte Kraftverteilung. Vorzugsweise sind wenigstens zwei in einem axialen Abstand zueinander angeordnete Radialebenen mit mehreren Wälzkörpern zur axial beweglichen Lagerung des Kopplerkolbens vorgesehen.

**[0008]** Weiterhin bevorzugt ist wenigstens ein Wälzkörper kugelförmig oder zylinderförmig ausgeführt. Bei einer zylinderförmigen Ausführung des Wälzkörpers erfolgt die Anordnung vorzugsweise quer zur

Bewegungsrichtung des Kopplerkolbens, um die Beweglichkeit des Kopplerkolbens in axialer Richtung sicherzustellen. Bei einer kugelförmigen Ausführung des Wälzkörpers spielt die Ausrichtung keine Rolle.

**[0009]** Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass wenigstens ein Wälzkörper in einem Ringraum zwischen dem Kopplerkolben und einem Körperbauteil des Kraftstoffinjektors angeordnet ist. Zur Ausbildung einer Lauffläche für den Wälzkörper kann in das Körperbauteil eine Hülse eingesetzt sein. Zwar kann auch eine Innenumfangsfläche des Körperbauteils als Lauffläche dienen, die hierzu bevorzugt eine besondere Oberflächenqualität besitzt. Einfacher lässt sich eine entsprechende Oberflächenqualität an einer Innenumfangsfläche einer separaten Hülse herstellen, so dass dieser Ausführungsform der Vorzug gilt.

**[0010]** In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass im Körperbauteil oder in der Hülse eine Längsnut zur teilweisen Aufnahme und Führung eines Wälzkörpers ausgebildet ist. Die Lauffläche für den Wälzkörper wird in diesem Fall vom Boden der Längsnut gebildet. Die teilweise Aufnahme und Führung des Wälzkörpers über die Längsnut verhindert, dass der Wälzkörper bei Belastung seitlich auszuweichen vermag. Alternativ oder ergänzend kann im Kopplerkolben eine Längsnut zur teilweisen Aufnahme und Führung eines Wälzkörpers ausgebildet sein.

**[0011]** Bevorzugt liegt an einer der Düsennadel zugewandten Stirnfläche des Kopplerkolbens ein koaxial zur Längsachse der Düsennadel angeordneter Druckstift an. Dieser dient vorzugsweise der Wirkverbindung des Kopplerkolbens mit einem weiteren düsenseitig angeordneten Kopplerkolben der Koppungseinrichtung. Durch die Wirkverbindung des aktorseitig angeordneten Kopplerkolbens mit einem weiteren Kopplerkolben kann in einfacher Weise eine Umkehrung der Aktorkraft erreicht werden. Aufgrund der Koaxialität des Druckstifts in Bezug auf die Düsennadel, belastet der Druckstift den aktorseitigen Kopplerkolben außermittig. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Druckstift die Rückstellung des Kopplerkolbens in seine Ausgangslage bewirken soll, sobald die Aktivierung des Aktors zum Schließen der Düsennadel beendet wird. Dies gilt aber auch dann, wenn zum Öffnen der Aktor aktiviert wird und dieser den Kopplerkolben gegen den Druckstift drückt. In beiden Fällen kommen die Vorteile der Erfindung zum Tragen, da die axial bewegliche Lagerung des aktorseitigen Kopplerkolbens über wenigstens zwei Wälzkörper ein Verkippen des Kopplerkolbens während der axialen Bewegung verhindert. Dadurch wird zum Einen der Verschleiß gemindert, zum Anderen wird die Funktionssicherheit erhöht.

**[0012]** Zur Begrenzung eines ersten Koplerrraums wird vorgeschlagen, dass der düsenseitige Koppler-

kolben zumindest teilweise in einer Kopplerplatte aufgenommen ist. Bei der Kopplerplatte kann es sich insbesondere um ein plattenförmiges Körperbauteil handeln, das mit dem die Düsennadel aufnehmenden Düsenkörper und wenigstens einem weiteren Körperbauteil über eine Düsenspannmutter axial verspannt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung trennt die Kopplerplatte einen Niederdruckraum, in dem der Aktor aufgenommen ist, von einem Hochdruckraum des Kraftstoffinjektors. Die erforderliche Abdichtung wird vorzugsweise über eine Spaltdichtung im Bereich einer Führungsbohrung der Kopplerplatte bewirkt, die der Führung des Druckstifts dient, der die Kopplerplatte durchsetzt, so dass eine Wirkverbindung des aktorseitigen Kopplerkolbens mit dem düsenseitigen Kopplerkolben herstellbar ist.

**[0013]** Vorteilhafterweise ist im düsenseitigen Kopplerkolben eine Bohrung zur Verbindung des ersten Koplerrraums mit einem zweiten Koplerrraum ausgebildet. Die Bohrung vermag aufwendig herzustellende Verbindungsbohrungen in der Kopplerplatte zu ersetzen und vereinfacht auf diese Weise die Herstellung des Kraftstoffinjektors.

**[0014]** Während der erste Koplerrraum bevorzugt innerhalb der Kopplerplatte ausgebildet ist, wird vorzugsweise der zweite Koplerrraum vom düsenseitigen Kopplerkolben, der Düsennadel und einer am Kopplerkolben anliegenden Hülse begrenzt, welche ein dem Aktor zugewandtes Ende der Düsennadel umgibt und über die Federkraft einer Kopplerfeder in Richtung des düsenseitigen Kopplerkolbens axial vorgespannt ist. Durch die Abstützung der Hülse am Kopplerkolben, wird auch dieser von der Federkraft der Kopplerfeder beaufschlagt. In Abhängigkeit von den beidseits des Kopplerkolbens in den beiden Koplerräumen herrschenden Druckverhältnissen kann somit eine auf den Kopplerkolben einwirkende Druckkraft erzielt werden, welche nach Beendigung der Aktivierung des Aktors zu einer Rückstellung des Kopplerkolbens in seine Ausgangslage führt. Dies wiederum hat ein Anheben des Druckstifts zur Folge, der somit auf den aktorseitigen Kopplerkolben drückt. Die außermittige Belastung des aktorseitigen Kopplerkolbens über den Druckstift wird dabei über die Wälzlagerung des Kopplerkolbens kompensiert. Bevorzugt ist die Federkraft der Kopplerfeder größer als die einer Düsenfeder gewählt, die die Düsennadel in Richtung eines Dichtsitzes beaufschlagt.

**[0015]** Zur Hubbegrenzung der Düsennadel wird ferner vorgeschlagen, dass ein Anschlagelement in Form einer (weiteren) Hülse vorgesehen ist, die vorzugsweise über die Federkraft der zuvor genannten Kopplerfeder in Richtung eines im Düsenkörper ausgebildeten Absatzes axial vorgespannt ist.

**[0016]** Vorteilhafterweise ist das Anschlagelement gestuft, insbesondere mehrfach gestuft, ausgeführt. Auf diese Weise kann das Anschlagelement ferner zur Abstützung der Kopplerfeder und/oder der Düsenfeder dienen.

**[0017]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Aktor ein Piezoaktor ist, der sich bei Aktivierung längt und sich bei Deaktivierung zusammenzieht. Über den Aktor kann auf diese Weise unmittelbar oder mittelbar eine Druckkraft auf den aktorseitigen Kopplerkolben übertragen werden. Der als Piezoaktor ausgebildete Aktor ist vorzugsweise in dem Körperbauteil aufgenommen, in dem auch die Wälzkörper angeordnet sind.

**[0018]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

**[0019]** Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor,

**[0020]** Fig. 2 eine perspektivische Schnittansicht durch einen Kopplerkolben einer Kopplungseinrichtung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors, der über zwei kugelförmige Wälzkörper gelagert ist,

**[0021]** Fig. 3 eine perspektivische Schnittansicht durch einen Kopplerkolben einer Kopplungseinrichtung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors, der über zwei zylinderförmige Wälzkörper gelagert ist und

**[0022]** Fig. 4 eine perspektivische Schnittansicht durch einen Kopplerkolben einer Kopplungseinrichtung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors, der über mehrere kugelförmige Wälzkörper gelagert ist.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0023]** Der in der Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte Kraftstoffinjektor umfasst einen Düsenkörper **1**, eine Kopplerplatte **19** und ein weiteres Körperbauteil **13**, in dem ein Aktor **7** in Form eines Piezoaktors aufgenommen ist. Der Düsenkörper **1**, die Kopplerplatte **19** und das weitere Körperbauteil **13** sind über eine Düsenspannmutter **31** axial verspannt.

**[0024]** Der Aktor **7** dient der Steuerung der Hubbewegung einer Düsennadel **2**, die zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung **3** in einer Hochdruckbohrung **4** des Düsenkörpers **1** aufgenommen ist. Die Düsennadel **2** wirkt dabei mit einem Dichtsitz **5** zusammen. In Richtung des Dichtsitzes **5** wird die Düsennadel **2** von der Federkraft einer Düsenfeder **6** beaufschlagt, die im dargestellten Ausführungsbeispiel einerseits an der Düsennadel **2** und andererseits an einem Anschlagelement

**24** abgestützt ist. Das Anschlagelement **24** wiederum ist über die Federkraft einer Kopplerfeder **23** in Richtung eines Absatzes **25** des Düsenkörpers **1** axial vorgespannt. Die Kopplerfeder **23** ist hierzu einerseits an dem Anschlagelement **24** und andererseits an einer Hülse **22** abgestützt, welche das aktorseitige Ende der Düsennadel **2** umgibt und gemeinsam mit der Düsennadel **2** sowie einem düsenseitig angeordneten Kopplerkolben **17** einer Kopplungseinrichtung **8**, über welche der Aktor **7** mit der Düsennadel **2** hydraulisch gekoppelt ist, einen Kopplerraum **21** begrenzt. Oberhalb des Kopplerkolbens **17** ist innerhalb der Kopplerplatte **19** ein weiterer Kopplerraum **18** ausgebildet, der mit dem ersten Kopplerraum **21** über eine Bohrung **20** im Kopplerkolben **17** verbunden ist. Die Kopplerplatte **19** wird von einem Druckstift **16** durchsetzt, welcher einerseits am Kopplerkolben **17** und andererseits an einem aktorseitig angeordneten Kopplerkolben **9** abgestützt ist, der ebenfalls Bestandteil der Kopplungseinrichtung **8** ist. Da die Kopplerplatte **19** die Hochdruckbohrung **4** von einem Niederdruckbereich **26** trennt, ist die Führung des Druckstifts **16** in der Kopplerplatte **19** zur Reduzierung der Leckage als Spaltdichtung ausgeführt. Zum Abführen einer Leckagemenge ist der Niederdruckbereich **26** an einen Rücklauf **27** angeschlossen.

**[0025]** Die Funktionsweise des dargestellten Kraftstoffinjektors ist wie folgt:

Zum Freigeben der Einspritzöffnung **3** wird der Aktor **7** in Form des Piezoaktors aktiviert, der sich daraufhin ausdehnt und den Kopplerkolben **9** nach unten, d. h. in Richtung der Düsennadel **2**, bewegt. Der Kopplerkolben **9** führt dabei den Druckstift **16** und den Kopplerkolben **17** mit, was zur Folge hat, dass sich das Volumen des Kopplerraums **18** vergrößert und das Volumen des Kopplerraums **21** verkleinert. Aufgrund des Flächenverhältnisses der am Kopplerkolben **17** ausgebildeten hydraulischen Wirkflächen fällt jedoch der Druck im Kopplerraum **21** ab. Der Druckabfall im Kopplerraum **21** bewirkt schließlich das Öffnen der Düsennadel **2**. Über einen Zulaufkanal **29**, der an einen Hochdruckspeicher **28** angeschlossen ist, und eine Verbindungsbohrung **30**, die in der Kopplerplatte **19** ausgebildet ist, wird der Hochdruckbohrung **4** und damit der Einspritzöffnung **3** unter hohem Druck stehender Kraftstoff zugeführt.

**[0026]** Zum Verschließen der Einspritzöffnung **3** wird der Aktor **7** deaktiviert. Dies hat zur Folge, dass sich der Aktor **7** wieder zusammenzieht. Die Rückstellung der Komponenten der Kopplungseinrichtung **8** wird über die Federkraft der Kopplerfeder **23** bewirkt. Die Federkraft der Kopplerfeder **23** drückt zunächst die Hülse **22** gegen den düsenseitigen Kopplerkolben **17**. Dieser bewegt sich somit nach oben, d. h. in Richtung des Aktors **7**. Dabei führt der Kopplerkolben **17** den Druckstift **16** mit, der schließlich die Rückstellung des aktorseitigen Kopplerkolbens **9** bewirkt. Mit der Hub-

bewegung des Kopplerkolbens **17** geht ein Druckanstieg in den Kopplerräumen **18** und **21** einher, so dass auf die Düsennadel **2** – ergänzend zur Federkraft der Düsennadel **6** – eine hydraulische Schließkraft wirkt. Die Düsennadel **2** wird in den Dichtsitz **5** zurückgestellt und die Einspritzung beendet.

**[0027]** Beim Öffnen und Schließen wird der aktorseitige Kopplerkolben **9** der Kopplungseinrichtung **8** über den Druckstift **16** jeweils außermittig belastet. Denn der Aktor **7** ist nicht coaxial zur Längsachse  $A_1$  der Düsennadel angeordnet. Das heißt, dass die Längsachse  $A_2$  des Aktors **7** axial versetzt zur Längsachse  $A_1$  der Düsennadel **2** ist. Die axial versetzte Anordnung weist den Vorteil auf, dass der Zulaufkanal **29** seitlich am Aktor **7** vorbei geführt werden kann. Der Achsversatz der beiden Längsachsen  $A_1$  und  $A_2$  wird vorliegend über die Kopplungseinrichtung **8** kompensiert, was jedoch beim Öffnen und Schließen zu einer außermittigen Belastung des aktorseitigen Kopplerkolbens **9** führt.

**[0028]** Um ein Verkippen des aktorseitigen Kopplerkolbens **9** zu verhindern, ist dieser über wenigstens zwei Wälzkörper **10**, **11** axial beweglich gelagert. Die Wälzkörper **10**, **11** sind in einem axialen Abstand zueinander in einem Ringraum **12** angeordnet, der den Kopplerkolben **9** umgibt. Der Ringraum **12** wird radial außen von einer Hülse **14** begrenzt, die in das Körperbauteil **13** zur Ausbildung einer Lauffläche **15** für die Wälzkörper **10**, **11** eingesetzt ist.

**[0029]** Als weiterbildende Maßnahme kann in der Hülse **14** wenigstens eine Längsnut **32** zur teilweisen Aufnahme und Führung wenigstens eines Wälzkörpers **10**, **11** ausgebildet sein. Diese Ausführungsform ist in der **Fig. 2** dargestellt. Die Längsnut **32** verhindert, dass ein Wälzkörper **10**, **11** bei einer Belastung seine Winkellage verändert. Denn diese ist vorgegeben und gilt es beizubehalten, um eine Abstützung des Kopplerkolbens **9** bei Einwirkung von Querkräften aufgrund einer außermittigen Belastung sicherzustellen. Die Anordnung der Wälzkörper **10**, **11** erfolgt in der Weise, dass sie sich am Kopplerkolben **9** diametral gegenüber liegen, wobei der „untere“ Wälzkörper **11** auf der Seite des außermittig am Kopplerkolben **9** anliegenden Druckstifts **16** angeordnet ist. Über einen andernends mittig anliegenden Druckstift **16'** ist der Kopplerkolben **9** mit dem Aktor **7** verbunden.

**[0030]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform mit zwei Wälzkörpern **10**, **11** ist in der **Fig. 3** dargestellt. Diese unterscheidet sich von der der **Fig. 2** dadurch, dass die Wälzkörper **10**, **11** zylinderförmig statt kugelförmig ausgeführt sind.

**[0031]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform mit mehreren Wälzkörpern **10**, **11** ist in der **Fig. 4** dargestellt. Die mehreren Wälzkörper **10**, **11** sind in zwei

Radialebenen angeordnet. Eine Längsnut **32** in der Hülse **14** ist entbehrlich, das sich die mehreren Wälzkörper **10**, **11** in einer Radialebene jeweils gegenseitig abstützen.

**[0032]** Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten bevorzugten Ausführungsformen beschränkt. Abwandlungen sind möglich, die insbesondere die Anzahl, die Geometrie und die Anordnung der Wälzkörper **10**, **11** sowie die Ausbildung der Hülse **14** betreffen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102008002412 A1 [0002]
- DE 102011003443 A1 [0003]

### Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine umfassend einen Düsenkörper (1) und eine Düsennadel (2), die zum Freigeben und Verschließen wenigstens einer Einspritzöffnung (3) in einer Hochdruckbohrung (4) des Düsenkörpers (1) hubbeweglich aufgenommen ist, ferner umfassend einen Aktor (7) zur Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel (2), wobei der Aktor (7) über eine Kopplungseinrichtung (8) mit der Düsennadel (2) hydraulisch gekoppelt ist und wobei die Kopplungseinrichtung (8) einen Achsversatz zwischen einer Längsachse ( $A_1$ ) der Düsennadel (2) und einer Längsachse ( $A_2$ ) des Aktors (7) ausgleicht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kopplungseinrichtung (8) einen koaxial zur Längsachse ( $A_2$ ) des Aktors (7) angeordneten Kopplerkolben (9) umfasst, der über wenigstens zwei Wälzkörper (10, 11), die zueinander in einem axialen Abstand angeordnet sind, axial beweglich gelagert ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur axial beweglichen Lagerung des Kopplerkolbens (9) mehrere Wälzkörper (10, 11) in einer Radialebene angeordnet sind.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Wälzkörper (10, 11) kugelförmig oder zylinderförmig ausgeführt ist.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Wälzkörper (10, 11) in einem Ringraum (12) zwischen dem Kopplerkolben (9) und einem Körperbauteil (13) oder einer hierin eingesetzten Hülse (14) zur Ausbildung einer Lauffläche (15) angeordnet ist.

5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Körperbauteil (13) oder in der Hülse (14) eine Längsnut (32) zur teilweisen Aufnahme und Führung eines Wälzkörpers (10, 11) ausgebildet ist.

6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Kopplerkolben (9) eine Längsnut (32) zur teilweisen Aufnahme und Führung eines Wälzkörpers (10, 11) ausgebildet ist.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer der Düsennadel (2) zugewandten Stirnfläche des Kopplerkolbens (9) ein koaxial zur Längsachse ( $A_1$ ) der Düsennadel (2) angeordneter Druckstift (16) anliegt, der vorzugsweise mit einem düsenseitigen Kopplerkolben (17) wirkverbunden ist.

8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der düsenseitige Kopplerkolben (17) zur Begrenzung eines ersten Kopplerraums (18) zumindest teilweise in einer Kopplerplatte (19) aufgenommen ist.

9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass im düsenseitigen Kopplerkolben (17) eine Bohrung (20) zur Verbindung des ersten Kopplerraums (18) mit einem zweiten Kopplerraum (21) ausgebildet ist.

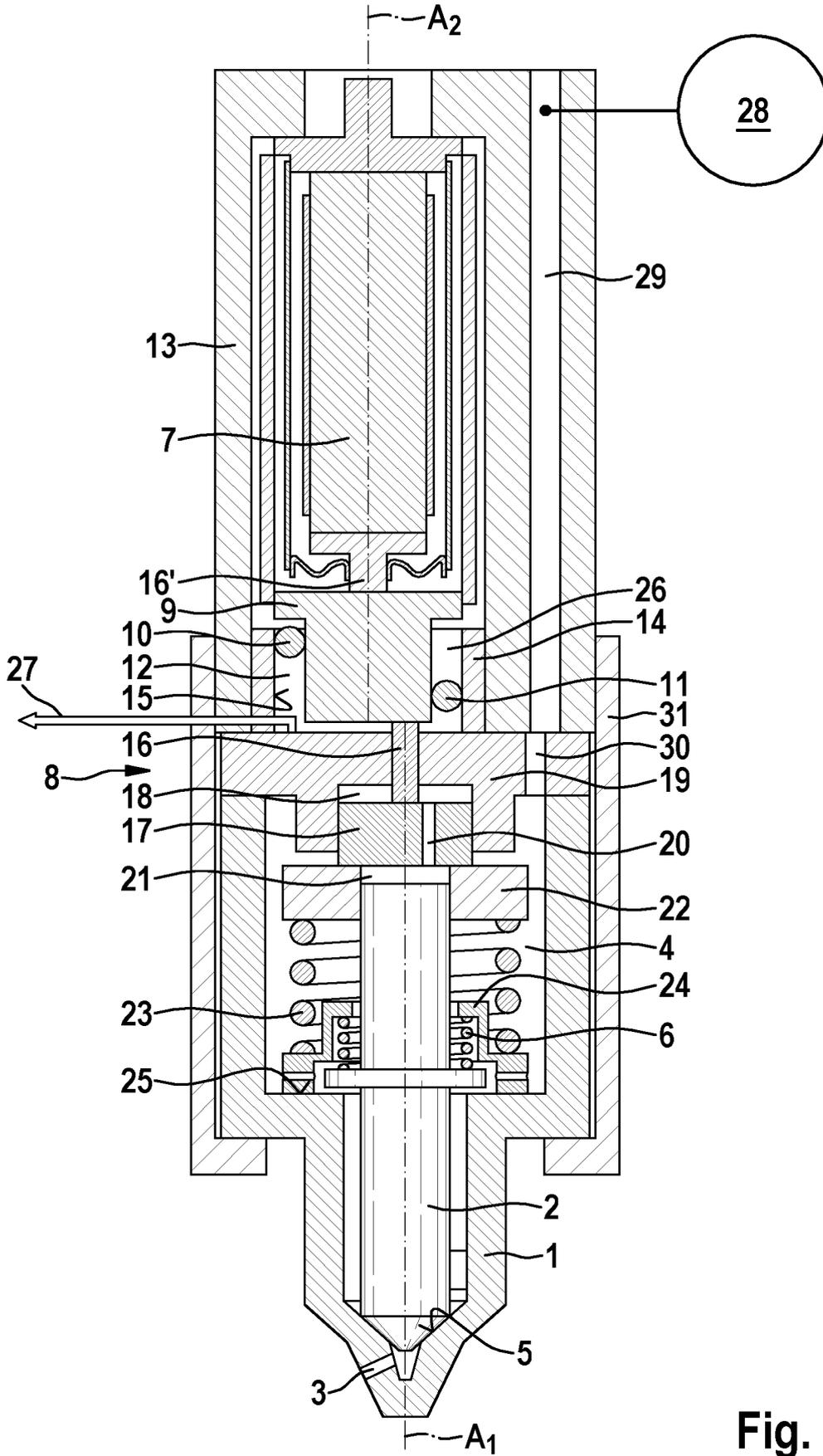
10. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Kopplerraum (21) vom düsenseitigen Kopplerkolben (17), der Düsennadel (2) und einer am Kopplerkolben (17) anliegenden Hülse (22) begrenzt wird, welche ein dem Aktor (7) zugewandtes Ende der Düsennadel (2) umgibt und über die Federkraft einer Kopplerfeder (23) in Richtung des düsenseitigen Kopplerkolbens (17) axial vorgespannt ist, wobei die Federkraft der Kopplerfeder (23) vorzugsweise größer als die Federkraft einer die Düsennadel (2) in Richtung eines Dichtsitzes (5) beaufschlagenden Düsenfeder (6) ist.

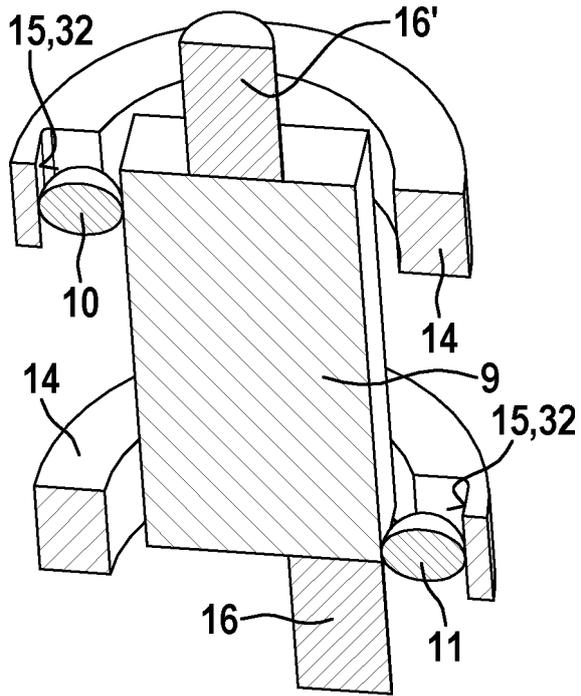
11. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Hubbegrenzung der Düsennadel (2) ein Anschlagelement (24) in Form einer Hülse vorgesehen ist, die vorzugsweise über die Federkraft der Kopplerfeder (23) in Richtung eines im Düsenkörper (1) ausgebildeten Absatzes (25) axial vorgespannt ist.

12. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (7) ein Piezoaktor ist, der vorzugsweise in dem Körperbauteil (13) aufgenommen ist.

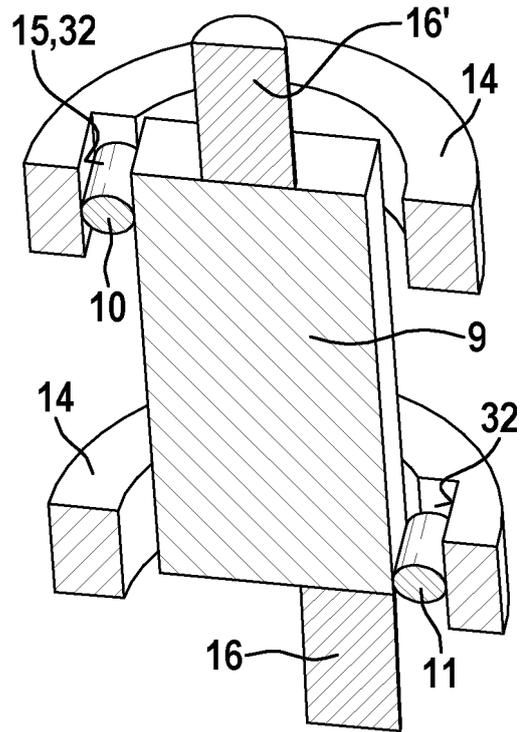
Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

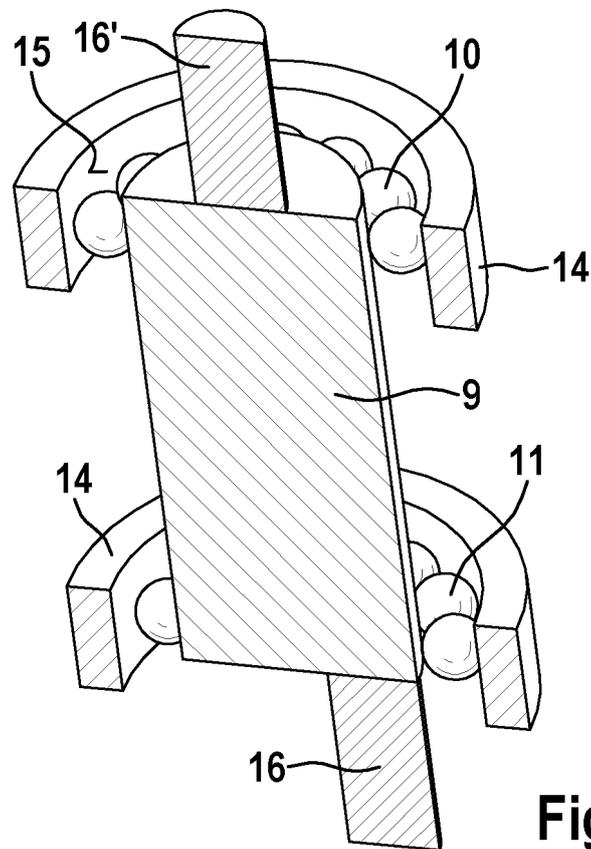




**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**