



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.11.2016 Patentblatt 2016/47**

(51) Int Cl.:  
**F02M 51/06 (2006.01) F02M 61/20 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16166329.9**

(22) Anmeldetag: **21.04.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

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

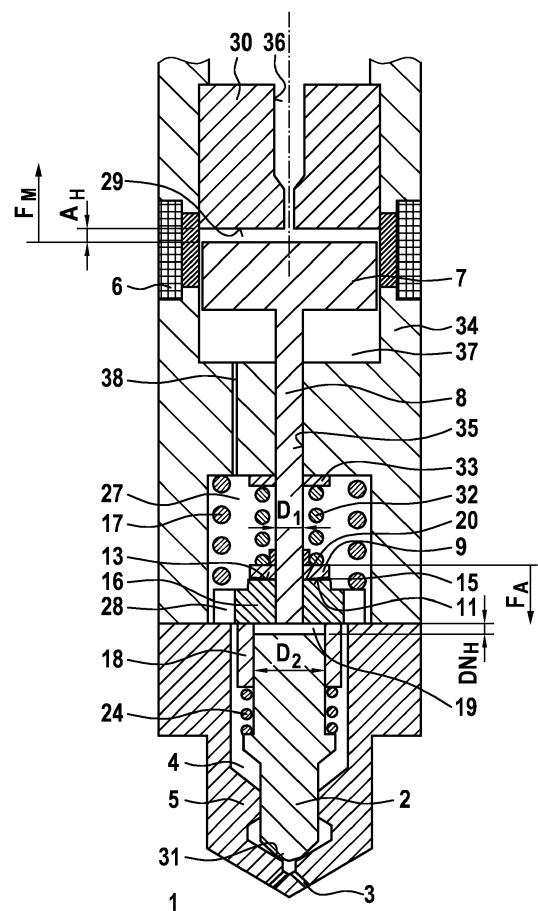
(72) Erfinder:  
• **Kurz, Michael**  
**73207 Plochingen (DE)**  
• **Magel, Hans-Christoph**  
**72764 Reutlingen (DE)**

(30) Priorität: **22.05.2015 DE 102015209395**

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum (1) einer Brennkraftmaschine, umfassend eine Düsenadel (2), die zum Freigeben und Verschließen mindestens einer Einspritzöffnung (3) in einer Hochdruckbohrung (4) eines Düsenkörpers (5) hubbeweglich aufgenommen ist, ferner umfassend eine ringförmige Magnetspule (6) zur Einwirkung auf einen hubbeweglichen Anker (7), der über einen Ankerschaft (8) mit der Düsenadel (2) hydraulisch koppelbar ist. Erfindungsgemäß weist ein fest mit dem Ankerschaft (8) verbundener Federteller (9) oder ein mit dem Federteller (9) mechanisch koppelbares hubbewegliches Dämpferelement (10) eine der Düsenadel (2) zugewandte Stirnfläche (11, 12) auf, die mit einer als unterer Hubanschlag für den Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienenden Anschlagfläche (13, 14) einen Quetschspalt (15) ausbildend zusammenwirkt.

**Fig. 1**



## 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 2010 028 835 A1 geht ein Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine hervor, der einen Magnetaktor zur direkten Steuerung eines vorzugsweise nadelförmigen Einspritzventilgliedes umfasst, über dessen Hubbewegung wenigstens eine Einspritzventilöffnung des Kraftstoffinjektors freigebbar oder verschließbar ist. Der Magnetaktor wirkt dabei mit einem hubbeweglichen Ankerelement zur Steuerung des Steuerdrucks in einem Steuervolumen zusammen, das in axialer Richtung von einer am Einspritzventilglied ausgebildeten ersten hydraulischen Wirkfläche begrenzt wird. Am Ankerelement ist eine zweite hydraulische Wirkfläche ausgebildet, die der hydraulischen Wirkfläche des Einspritzventilglieds am Steuervolumen gegenüber liegt. Eine dritte hydraulische Wirkfläche ist an einem hydraulischen Übersetzer ausgebildet, der gemeinsam mit dem Einspritzventilglied und dem Ankerelement den Steuerraum begrenzt. Das Flächenverhältnis der hydraulischen Wirkflächen ist derart ausgelegt, dass während einer ersten Stufe beim Öffnen eine Kraftverstärkung und während einer zweiten Stufe eine Wegverstärkung erzielt wird. Auf diese Weise erfolgt eine Anpassung der Aktorkraft an die sich mit dem Hub des Einspritzventilglieds ändernde erforderliche Öffnungskraft. Die zum Schließen erforderliche Schließkraft wird von einer Feder bereitgestellt, die am Ankerelement abgestützt ist und das Ankerelement in Richtung des Einspritzventilglieds belastet. Die Federkraft bewirkt, dass das Ankerelement bei seiner Rückstellung am Einspritzventilglied anschlägt und dieses in seinen Dichtsitz zurückstellt.

**[0003]** Bei Kraftstoffinjektoren der vorstehend genannten Art sind die Schließkräfte vergleichsweise gering. Dies hat zur Folge, dass der Anker beim Schließen zum Prellen neigt. Das heißt, dass er nach dem Anschlagen an dem Einspritzventilglied zurückschwingt und der Kontakt zum Einspritzventilglied verloren geht, so dass dieses nicht vollständig zurückgestellt wird. Dies wiederum führt zu Mengenabweichungen, die es zu vermeiden gilt. Besonders nachteilig wirkt sich das Prellen des Ankers bei Mehrfacheinspritzungen aus, das heißt bei Einspritzungen, die in unterschiedlichen Zeitabständen aufeinander folgen.

**[0004]** Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine anzugeben, der gegenüber dem Stand der Technik ein stabileres Schließverhalten und somit eine

höhere Einspritzgenauigkeit besitzt.

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

### Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Der zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgeschlagene Kraftstoffinjektor umfasst eine Düsenadel, die zum Freigeben und Verschließen mindestens einer Einspritzöffnung in einer Hochdruckbohrung eines Düsenkörpers hubbeweglich aufgenommen ist. Ferner umfasst der Kraftstoffinjektor eine ringförmige Magnetspule zur Einwirkung auf einen hubbeweglichen Anker, der über einen Ankerschaft mit der Düsenadel hydraulisch koppelbar ist. Erfindungsgemäß weist ein fest mit dem Ankerschaft verbundener Federteller oder ein mit dem Federteller mechanisch koppelbares hubbewegliches Dämpferelement eine der Düsenadel zugewandte Stirnfläche auf, die mit einer als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder das Dämpferelement dienenden Anschlagfläche einen Quetschspalt ausbildend zusammenwirkt.

**[0007]** Der Quetschspalt wird während des Schließens ausgebildet und zwar kurz vor Erreichen der als unterer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche. Die Ausbildung des Quetschspalts führt zu einer Dämpfung der Ankerbewegung, da zum Verdrängen des Fluids aus dem Quetschspalt Energie aufgewendet werden muss. Die zum Verdrängen des Fluids aufgewendete Energie geht der Bewegungsenergie verloren, so dass die Bewegung des Ankers abgebremst wird. Das Aufschlagen auf die als unterer Hubanschlag dienende Anschlagfläche erfolgt mit verringerter Energie, so dass der Anker weniger zum Prellen neigt. Dies wirkt sich insbesondere als Vorteil bei Mehrfacheinspritzungen aus, da der Anker bereits vor Einleitung einer nachfolgenden Einspritzung wieder seine Ausgangslage eingenommen hat.

**[0008]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder das Dämpferelement dienende Anschlagfläche an einer Kopplerplatte ausgebildet. Die Kopplerplatte ist Teil einer hydraulischen Kopplungseinrichtung, über welche der Anker bzw. der Ankerschaft mit der Düsenadel bevorzugt in der Weise hydraulisch koppelbar ist, dass eine Kraftübersetzung bzw. Wegumsetzung erreicht wird. Vorzugsweise ist die Kopplerplatte durch die Federkraft einer Kopplerfeder gegen den Düsenkörper axial vorgespannt ist. Auf diese Weise wird eine Lagefixierung der Kopplerplatte in axialer Richtung bewirkt. In radialer Richtung bleibt ein Ausrichten der Kopplerplatte weiterhin möglich. Alternativ kann die Kopplerplatte auch zwischen zwei Körperbauteilen des Kraftstoffinjektors eingespannt werden.

**[0009]** Alternativ oder ergänzend wird ferner vorgeschlagen, dass die Kopplerplatte gemeinsam mit dem Ankerschaft, der Düsenadel und einer die Düsenadel

endseitig umgebenden Dichthülse einen Kopplerraum einer hydraulischen Kopplungseinrichtung zur Kraftübertragung bzw. Wegumsetzung begrenzt. Auf diese Weise kann eine Verstärkung der Aktorkraft bewirkt werden, so dass das Öffnen der Düsennadel mit vergleichsweise kleinem Anker erreicht werden kann.

**[0010]** Sofern die Kopplerplatte als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder das Dämpferelement dient, ist die Anschlagfläche auf der der Düsennadel abgewandten Seite der Kopplerplatte ausgebildet. Das heißt, dass die Anschlagfläche außerhalb des Kopplerraums liegt. Die Anschlagfläche kann durch eine Stirnfläche der Kopplerplatte gebildet werden, die insbesondere gestuft ausgeführt sein kann, um die Größe der Anschlagfläche an die Größe der Stirnfläche des Federtellers bzw. des Dämpferelements anzupassen, die der Anschlagfläche am Quetschspalt gegenüberliegt.

**[0011]** Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder das Dämpferelement dienende Anschlagfläche am Düsenkörper ausgebildet. In diesem Fall wirkt vorzugsweise die am Düsenkörper ausgebildete Anschlagfläche mit einer Stirnfläche eines mit dem Federteller mechanisch koppelbaren hubbeweglichen Dämpferelements einen Quetschspalt ausbildend zusammen. Bei dem Dämpferelement kann es sich insbesondere um eine hubbeweglich im Gehäuse aufgenommene Kopplerplatte einer hydraulischen Kopplerplatte handeln. Da der Ankerschaft die Kopplerplatte durchsetzt, um die hydraulische Kopplung des Ankers mit der Düsennadel zu bewirken, kann der Federteller derart platziert werden, dass er beim Schließen zur Anlage an der hubbeweglichen Kopplerplatte gelangt und diese bis zur als unterer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche mitführt. Ein separates Dämpferelement ist demnach verzichtbar, wodurch die Anzahl der Bauteile reduziert werden kann.

**[0012]** Vorteilhafterweise ist die als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder das Dämpferelement dienende Anschlagfläche kegelstumpfförmig oder ballig ausgebildet. Alternativ oder ergänzend kann auch die mit der Anschlagfläche zusammenwirkende Stirnfläche des Federtellers bzw. des Dämpferelements kegelstumpfförmig oder ballig ausgebildet sein. Die kegelstumpfförmige oder ballige Ausgestaltung mindestens einer an der Ausbildung des Quetschspalts beteiligten Fläche hat zur Folge, dass der gemeinsame Kontaktbereich auf eine im Wesentlichen kreisringförmige Kontaktlinie begrenzt ist. Die Begrenzung bzw. Minimierung des gemeinsamen Kontaktbereichs besitzt den Vorteil, dass hydraulische Klebeeffekte weitgehend vermieden werden können, was sich günstig auf das Öffnungsverhalten des Kraftstoffinjektors auswirkt. Insbesondere bleibt der Quetschspalt ohne nennenswerten Einfluss auf die erforderliche Öffnungskraft, so dass der Energiebedarf ebenfalls weitgehend gleich bleibt.

**[0013]** Alternativ oder ergänzend wird vorgeschlagen, dass die als unterer Hubanschlag für den Anker und/oder

das Dämpferelement dienende Anschlagfläche und/oder die mit der Anschlagfläche zusammenwirkende Stirnfläche einen hohlzylinderförmigen Ansatz zur Ausbildung einer kreisringförmigen Kontaktfläche mit der jeweils anderen Fläche aufweist. Der hohlzylinderförmige Ansatz kann insbesondere als radial innen an die Stirnfläche des Federtellers oder des Dämpferelements angesetzter Kragen ausgebildet sein, der beim Schließen die als unterer Hubanschlag dienende Anschlagfläche kontaktiert. Darüber hinaus kann der hohlzylinderförmige Ansatz als radial innen liegender Kragen ausgebildet sein, der an die als unterer Hubanschlag dienende Anschlagfläche angesetzt ist. Der hohlzylinderförmige Ansatz an mindestens einer an der Ausbildung des Quetschspalts beteiligten Fläche hat zur Folge, dass der gemeinsame Kontaktbereich auf eine kreisringförmige Kontaktfläche begrenzt ist. Hydraulische Klebeeffekte werden auf diese Weise weitgehend vermieden, was sich günstig auf das Öffnungsverhalten des Kraftstoffinjektors auswirkt. Insbesondere bleibt der Quetschspalt ohne nennenswerten Einfluss auf die erforderliche Öffnungskraft und damit auf den Energiebedarf des Kraftstoffinjektors.

**[0014]** In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das hubbewegliche Dämpferelement in Richtung einer als oberer Hubanschlag für das Dämpferelement dienenden Anschlagfläche axial vorgespannt ist. Die axiale Vorspannung kann insbesondere durch die Federkraft einer Feder bewirkt werden, so dass über die axiale Vorspannung sichergestellt ist, dass das beim Schließen über den Federteller mitgeführte hubbewegliche Dämpferelement beim anschließenden Öffnen wieder in seine Ausgangslage zurückgestellt wird. Vorzugsweise wird die axiale Vorspannung durch die Federkraft einer bereits vorhandenen Feder, beispielsweise der Kopplerfeder, bewirkt. Alternativ kann zur axialen Vorspannung auch eine an der Düsennadel abgestützte Düsenfeder eingesetzt werden, die regelmäßig zur Rückstellung der Düsennadel vorgesehen ist. Dadurch kann die Anzahl der Bauteile gering gehalten werden.

**[0015]** Darüber hinaus wird als weiterbildende Maßnahme vorgeschlagen, dass eine der Düsennadel abgewandte Stirnfläche des Dämpferelements kegelstumpfförmig oder ballig ausgebildet ist, so dass ein gemeinsamer Kontaktbereich mit der als oberer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche auf eine im Wesentlichen kreisringförmige Kontaktlinie begrenzt ist. Die Reduzierung des gemeinsamen Kontaktbereichs auf eine kreisringförmige Kontaktlinie erleichtert das Lösen des hubbeweglichen Dämpferelements vom oberen Hubanschlag. Dadurch ist sichergestellt, dass das Schließen des Kraftstoffinjektors nicht durch hydraulische Klebeeffekte verzögert wird.

**[0016]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das hubbewegliche Dämpferelement platten- oder topfförmig ausgebildet. Das hubbewegliche Dämpferelement umgibt den Ankerschaft des Ankers bereichsweise. Im Unterschied zum Federteller, der ebenfalls den Ankerschaft bereichsweise umgibt und mit diesem fest

verbunden ist, ist das Dämpferelement jedoch gegenüber dem Ankerschaft axial verschiebbar. Der Hub des Dämpferelements kann demnach kleiner als der Hub des Ankers gewählt werden.

**[0017]** Das Dämpferelement ist vorzugsweise in einem Hochdruckraum aufgenommen, der mit der Hochdruckbohrung hydraulisch verbunden ist. Die hydraulische Verbindung kann beispielsweise über mindestens eine in der Kopplerplatte ausgebildete Durchströmöffnung hergestellt werden. Über den Hochdruckraum kann die Hochdruckbohrung mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff versorgt werden.

**[0018]** Vorteilhafterweise ist der Anker als Tauchanker ausgeführt. Eine den oberen Hubanschlag für den Anker ausbildende Anschlagfläche ist in diesem Fall bevorzugt an einem Innenpolkörper ausgebildet. Diese Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass die ringförmige Magnetspule radial außen angeordnet werden kann, so dass sich der Magnetkreis über den gesamten Außendurchmesser des Kraftstoffinjektors erstreckt. Es können auf diese Weise höhere Magnetkräfte erzielt werden. Zugleich erhält man einen kompaktbauenden Kraftstoffinjektor.

**[0019]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform in Schließstellung,

Fig. 2a einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform beim Öffnen,

Fig. 2b eine vergrößerte Darstellung der Dämpfungseinrichtung des Kraftstoffinjektors der Fig. 2a,

Fig. 2c eine vergrößerte Darstellung einer modifizierten Dämpfungseinrichtung für den Kraftstoffinjektor der Fig. 2a und

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform in Schließstellung.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0020]** Der in den Fig. 1 im Längsschnitt dargestellte Kraftstoffinjektor umfasst einen Düsenkörper 5 mit einer Hochdruckbohrung 4, in welcher eine Düsennadel 2 zum Freigeben und Verschließen mehrerer Einspritzöffnungen 3 hubbeweglich aufgenommen ist. Bei angehobener Düsennadel 2 werden die Einspritzöffnungen 3 freigegeben, so dass unter hohem Druck stehender Kraftstoff in

einen Brennraum 1 eingespritzt wird.

**[0021]** Die Betätigung der Düsennadel 2 erfolgt über einen Magnetaktor, der eine Magnetspule 6 umfasst. Die Magnetspule 6 wirkt hierbei mit einem Anker 7 zusammen, der über einen Ankerschaft 8 mit der Düsennadel 2 hydraulisch koppelbar ist. Das der Düsennadel 2 zugewandte Ende des Ankerschafts 8 ist hierzu durch eine am Düsenkörper 5 abgestützte Kopplerplatte 16 geführt, die gemeinsam mit dem Ankerschaft 8, der Düsennadel 2 und einer die Düsennadel 2 endseitig umgebenden Dichthülse 18 einen Kopplerraum 19 begrenzt. Zur Abdichtung des Kopplerraums 19 gegenüber der Hochdruckbohrung 4 ist die Kopplerplatte 16 in Richtung des Düsenkörpers 5 von der Federkraft einer Kopplerfeder 17 beaufschlagt. Die Dichthülse 18 ist wiederum durch die Federkraft einer Düsensfeder 24 gegen die Kopplerplatte 16 axial vorgespannt.

**[0022]** Das die Kopplerplatte 16 durchsetzende Ende des Ankerschafts 8 besitzt einen Außendurchmesser  $D_1$ , der deutlich kleiner als der Außendurchmesser  $D_2$  der Düsennadel 2 gewählt ist. Das Flächenverhältnis der sich am Kopplerraum 19 gegenüber liegenden hydraulischen Wirkflächen ist demnach derart gewählt, dass die Kraftübertragung mit einer Kraftverstärkung einhergeht.

**[0023]** Wird die Magnetspule 6 des Magnetaktors bestrahlt, bildet sich ein Magnetfeld aus, dessen Magnetkraft  $F_M$  den Anker 7 - entgegen der Federkraft  $F_A$  einer Ankerfeder 32, die an einem auf den Ankerschaft 8 aufgedrückten Federteller 9 abgestützt ist - in Richtung eines Innenpolkörpers 30 zieht. Der Ankerschaft 8 zieht sich dabei aus dem Kopplerraum 19 zurück, so dass sich das Volumen im Kopplerraum 19 vergrößert. Die Volumenvergrößerung wiederum bewirkt einen Druckabfall im Kopplerraum 19. Je weiter der Anker 7 in Richtung des Innenpolkörpers 30 verfährt, desto weiter baut sich der Druck im Kopplerraum 19 ab, und zwar soweit bis sich die Düsennadel 2 entgegen der Federkraft der Düsensfeder 24 und der resultierenden hydraulischen Schließkraft aus ihrem Sitz 31 bewegt. Der Anker 7 verfährt maximal bis zu einer Anschlagfläche 29, die am Innenpolkörper 30 ausgebildet ist und als oberer Hubanschlag für den Anker 7 dient. Die Düsennadel 2 folgt der Bewegung des Ankers 7, wobei durch das vorgegebene Flächenverhältnis der am Ankerschaft 8 und an der Düsennadel 2 ausgebildeten hydraulischen Wirkflächen eine Wegumsetzung bewirkt wird. Der Ankerhub  $A_H$  ist somit größer als der angestrebte Düsennadelhub  $DN_H$ . Die Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 1 über die Einspritzöffnungen 3 beginnt.

**[0024]** Der Zulauf von Kraftstoff erfolgt über einen zentral ausgebildeten Zuströmkanal 36, der im Innenpolkörper 30 ausgebildet ist und in einen Ankerraum 37 mündet. Der Ankerraum 37 ist über einen seitlich angeordneten Verbindungskanal 38 mit einem Hochdruckraum 27 verbunden, in dem die Kopplerplatte 16 aufgenommen ist. Über mindestens eine in der Kopplerplatte 16 vorgesehene Durchströmöffnung 28 ist eine Verbindung des Hochdruckraums 27 mit der Hochdruckbohrung 4 des

Düsenkörpers 5 hergestellt, in dem die Einspritzöffnungen 3 ausgebildet sind.

**[0025]** Zum Beenden der Einspritzung wird die Bestromung der Magnetspule 6 beendet, so dass die Magnetkraft  $F_M$  abgebaut wird. Die in Schließrichtung wirkende Federkraft  $F_A$  der Ankerfeder 32 stellt in der Folge den Anker 7 in seine Ausgangsposition zurück. Dabei taucht der Ankerschaft 8 wieder tiefer in den Kopplerraum 19 ein und verkleinert das Volumen, was zu einem Druckanstieg im Kopplerraum 19 führt. Übersteigt die in Schließrichtung auf die Düsennadel 2 wirkende Federkraft der Düsenfeder 24 die resultierende hydraulische Öffnungskraft beginnt die Schließbewegung der Düsennadel 2.

**[0026]** Die Ausgangslage des Ankers 7 ist erreicht, wenn der zur Abstützung der Ankerfeder 32 vorgesehene Federteller 9, der vorliegend auf den Ankerschaft 8 aufgepresst ist, über seine Stirnfläche 11 zur Anlage an einer als unterer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche 13 an der Kopplerplatte 16 gelangt. Aufgrund der kegelstumpfförmigen Ausgestaltung der Anschlagfläche 13 bildet sich vor Erreichen des unteren Hubanschlags zwischen der Stirnfläche 11 des Federtellers 9 und der Anschlagfläche 13 der Kopplerplatte 16 ein Quetschspalt 15 aus, der eine Dämpfung der Bewegung des Ankers 7 bewirkt. Somit wird einem Prellen des Ankers 7 entgegen gewirkt. Zugleich stellt die kegelstumpfförmige Ausgestaltung der Anschlagfläche 13 sicher, dass der gemeinsame Kontaktbereich 20 auf eine kreisringförmige Kontaktlinie beschränkt ist, um hydraulischen Klebeeffekten beim erneuten Öffnen entgegen zu wirken.

**[0027]** Die Federkraft der Ankerfeder 32 ist über eine Einstellscheibe 33 beeinflussbar, über welche die Ankerfeder 32 mittelbar an einem Körperbauteil 34 des Kraftstoffinjektors abgestützt ist. Das Körperbauteil 34 bildet auch den Hochdruckraum 27 und den Ankerraum 37 aus, welche über den Verbindungskanal 38 hydraulisch verbunden sind. Im Körperbauteil 34 ist ferner eine Führungsbohrung 35 ausgebildet, in welcher der Ankerschaft 8 des Ankers 7 hubbeweglich aufgenommen ist.

**[0028]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors ist in der Fig. 2a. Diese unterscheidet sich von der der Fig. 1 im Wesentlichen dadurch, dass nicht der auf den Ankerschaft 8 aufgepresste Federteller 9, sondern ein mit dem Federteller 9 mechanisch koppelbares hubbewegliches Dämpferelement 10 mit der an der Kopplerplatte 16 ausgebildeten Anschlagfläche 13 einen Quetschspalt 15 ausbildend zusammenwirkt (siehe Fig. 2b). Das Dämpferelement 10 weist hierzu eine der Kopplerplatte 16 zugewandte Stirnfläche 12 auf. Die Stirnfläche 12 ist eben ausgeführt. Demgegenüber besitzt die Anschlagfläche 13 die Form eines Kegelstumpfes, so dass der gemeinsame Kontaktbereich 20 wiederum auf eine kreisringförmige Kontaktlinie beschränkt wird. Dadurch ist zum einen sichergestellt, dass es zur Ausbildung eines Quetschspalts 15 kommt, zum Anderen, dass hydraulische Klebeeffekte möglichst keinen Einfluss auf das Öff-

nungsverhalten des Kraftstoffinjektors haben. Ist zudem die Federkraft der Kopplerfeder 17 größer als die der Ankerfeder 32 gewählt, wird das Dämpferelement 10 unmittelbar nach Beendigung einer Einspritzung zurückgestellt, so dass es ebenfalls nicht zu einer Verzögerung beim nachfolgenden Öffnen aufgrund des Quetschspalts 15 kommt.

**[0029]** Das Dämpferelement 10 ist vorliegend topfförmig ausgebildet und umgibt den Federteller 9; die Ankerfeder 32 und die Einstellscheibe 33. Der Ankerschaft 8 des Ankers 7 ist durch das Dämpferelement 10 geführt, so dass das Dämpferelement 10 gegenüber dem Ankerschaft 8 hubbeweglich ist. Der Hub des Dämpferelements 10 wird durch die als unterer Hubanschlag dienende Anschlagfläche 13 der Kopplerplatte 16 begrenzt, die somit den unteren Hubanschlag sowohl für den Anker 7 als auch für das Dämpferelement 10 bildet. Der obere Hubanschlag zur Begrenzung des Hubs des Dämpferelements 10 wird durch eine Anschlagfläche 23 des Körperbauteils 34 gebildet. Um hydraulischen Klebeeffekten am oberen Hubanschlag entgegen zu wirken, weist das Dämpferelement 10 eine der Anschlagfläche 23 zugewandte Stirnfläche 25 auf die kegelstumpfförmig ausgebildet ist. Dies führt zu einem gemeinsamen Kontaktbereich 26, der auf eine kreisringförmige Kontaktlinie beschränkt ist.

**[0030]** Beim Schließen bewegt sich der Anker 7 einschließend des auf den Ankerschaft 8 aufgepressten Federtellers 9 in Richtung der Düsennadel 2. Das Volumen im Kopplerraum 19 verkleinert sich, während der Druck steigt und die Düsennadel 2 zurück in den Sitz 31 gestellt wird. Der Anker 7 verfährt weiter nach unten, wobei der Federteller 9 über eine an einem hohlzylinderförmigen Ansatz 21 ausgebildete Kontaktfläche 22 zur Anlage an dem Dämpferelement 10 gelangt und dieses mitführt. Kurz vor Erreichen des unteren Hubanschlags, der durch die Anschlagfläche 13 gebildet wird, muss Fluid aus dem Quetschspalt 15 zwischen der Anschlagfläche 13 und der Stirnfläche 12 des Dämpferelements 10 verdrängt werden. Die hierbei eingesetzte Energie verringert die Bewegungsenergie des Ankers 7, so dass der Aufschlag der Stirnfläche 12 des Dämpferelements 10 auf der Anschlagfläche 13 gedämpft wird.

**[0031]** Eine modifizierte Dämpfungseinrichtung ist in der Fig. 2c dargestellt. Diese ist alternativ zur Dämpfungseinrichtung der Fig. 2b in den Kraftstoffinjektor der Fig. 2a einsetzbar. Hier ist die Anschlagfläche 13 nicht kegelstumpfförmig, sondern an einem hohlzylinderförmigen Ansatz 21 der Kopplerplatte 16 ausgebildet. Auch diese Maßnahme dient der Ausbildung des Quetschspalts 15 beim Schließen sowie der Reduzierung hydraulischer Klebeeffekte beim Öffnen des Injektors.

**[0032]** Abweichend von der in den Fig. 2a-2c dargestellten Ausführungsform der Kopplerplatte 16 kann diese auch entsprechend der Ausführungsform der Fig. 1 ausgebildet sein. Das heißt, dass die Kopplerplatte 16 nicht zwingend zwischen dem Düsenkörper 5 und dem Körperbauteil 34 eingespannt sein muss. Die Kopplerfe-

der 17 dient dann nicht nur der Rückstellung des hubbeweglichen Dämpferelements 10, sondern ferner der axialen Vorspannung der Kopplerplatte 16 gegen den Düsenkörper 5, um diese in ihrer axialen Lage zu fixieren.

[0033] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors ist in der Fig. 3 dargestellt. Hier bildet die Kopplerplatte 16 zugleich das hubbewegliche Dämpferelement 10 aus. Der Hub  $K_H$  der Kopplerplatte 16 bzw. des Dämpferelements 10 wird einerseits durch eine als unterer Hubanschlag dienende Anschlagfläche 14 am Düsenkörper 5 und andererseits durch eine als oberer Hubanschlag dienende Anschlagfläche 23 begrenzt, die durch einen Absatz des Körperbauteils 34 ausgebildet wird. In Richtung der Anschlagfläche 23 ist die Kopplerplatte 16 - mittelbar über die zwischenliegende Dichthülse 18 - durch die Federkraft der Düsenfeder 24 axial vorgespannt. Eine Kopplerfeder 17 ist demnach verzichtbar.

[0034] Der gemeinsame Kontaktbereich 26 der Kopplerplatte 16 bzw. des Dämpferelements 10 mit der Anschlagfläche 23 ist auf eine kreisringförmige Kontaktfläche reduziert. Somit kann das Lösen der Kopplerplatte 16 bzw. des Dämpferelements 10 vom oberen Hubanschlag mit geringer Kraft bewirkt werden.

[0035] Die mit der als unterer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche 14 zusammenwirkende Stirnfläche 12 der Kopplerplatte 16 bzw. des Dämpferelements 10 ist kegelstumpfförmig ausgeführt und weist somit eine kreisringförmige Kontaktlinie als gemeinsamen Kontaktbereich mit der Anschlagfläche 14 auf. Dies führt beim Schließen zur Ausbildung eines die Bewegung des Ankers 7 dämpfenden Quetschspalts 15. Beim Öffnen wirkt der reduzierte gemeinsame Kontaktbereich hydraulischen Klebeffekten entgegen. Ferner ist die der Rückstellung des Dämpferelements 10 dienende Federkraft der Düsenfeder 24 größer als die der Ankerfeder 32 gewählt, so dass die Rückstellung bereits mit Beendigung eines Einspritzvorgangs erfolgt.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum (1) einer Brennkraftmaschine, umfassend eine Düsennadel (2), die zum Freigeben und Verschließen mindestens einer Einspritzöffnung (3) in einer Hochdruckbohrung (4) eines Düsenkörpers (5) hubbeweglich aufgenommen ist, ferner umfassend eine ringförmige Magnetspule (6) zur Einwirkung auf einen hubbeweglichen Anker (7), der über einen Ankerschaft (8) mit der Düsennadel (2) hydraulisch koppelbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** ein fest mit dem Ankerschaft (8) verbundener Federteller (9) oder ein mit dem Federteller (9) mechanisch koppelbares hubbewegliches Dämpferelement (10) eine der Düsennadel (2) zugewandte Stirnfläche (11, 12) aufweist, die mit einer als unterer Hubanschlag für den

Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienenden Anschlagfläche (13, 14) einen Quetschspalt (15) ausbildend zusammenwirkt.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die als unterer Hubanschlag für den Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienende Anschlagfläche (13) an einer Kopplerplatte (16) ausgebildet ist, die vorzugsweise durch die Federkraft einer Kopplerfeder (17) gegen den Düsenkörper (5) axial vorgespannt ist und/oder gemeinsam mit dem Ankerschaft (8), der Düsennadel (2) und einer die Düsennadel (2) endseitig umgebenden Dichthülse (18) einen Kopplerraum (19) begrenzt.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die als unterer Hubanschlag für den Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienende Anschlagfläche (14) am Düsenkörper (5) ausgebildet ist.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die als unterer Hubanschlag für den Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienende Anschlagfläche (13, 14) und/oder die mit der Anschlagfläche (13, 14) zusammenwirkende Stirnfläche (11, 12) kegelstumpfförmig oder ballig ausgebildet ist bzw. sind, so dass der gemeinsame Kontaktbereich (20) auf eine im Wesentlichen kreisringförmige Kontaktlinie begrenzt ist.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die als unterer Hubanschlag für den Anker (7) und/oder das Dämpferelement (10) dienende Anschlagfläche (13, 14) und/oder die mit der Anschlagfläche (13, 14) zusammenwirkende Stirnfläche (11, 12) einen hohlzylinderförmigen Ansatz (21) zur Ausbildung einer kreisringförmigen Kontaktfläche (22) aufweist.

6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das hubbewegliche Dämpferelement (10) in Richtung einer als oberer Hubanschlag für das Dämpferelement (10) dienenden Anschlagfläche (23) axial vorgespannt ist, wobei vorzugsweise die axiale Vorspannung durch die Federkraft der Kopplerfeder (17) oder einer Düsenfeder (24) bewirkt wird, die an der Düsennadel (2) abgestützt ist.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Düsennadel (2) abgewandte Stirnfläche (25) des Dämpfere-

lements (10) kegelstumpfförmig oder ballig ausgebildet ist, so dass ein gemeinsamer Kontaktbereich (26) mit der als oberer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche (23) auf eine im Wesentlichen kreisringförmige Kontaktlinie begrenzt ist.

5

8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpferelement (10) platten- oder topfförmig ausgebildet ist und den Ankerschaft (8) des Ankers (7) bereichsweise umgibt, wobei das Dämpferelement (10) gegenüber dem Ankerschaft (8) axial verschiebbar ist.

10

9. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Dämpferelement (10) in einem Hochdruckraum (27) aufgenommen ist, der mit der Hochdruckbohrung (4), vorzugsweise über mindestens eine in der Kopplerplatte (16) ausgebildete Durchströmöffnung (28), hydraulisch verbunden ist.

15

20

10. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (7) als Tauchanker ausgeführt ist und eine den oberen Hubanschlag für den Anker (7) ausbildende Anschlagfläche (29) an einem Innenpolkörper (30) ausgebildet ist.

25

30

35

40

45

50

55

**Fig. 1**

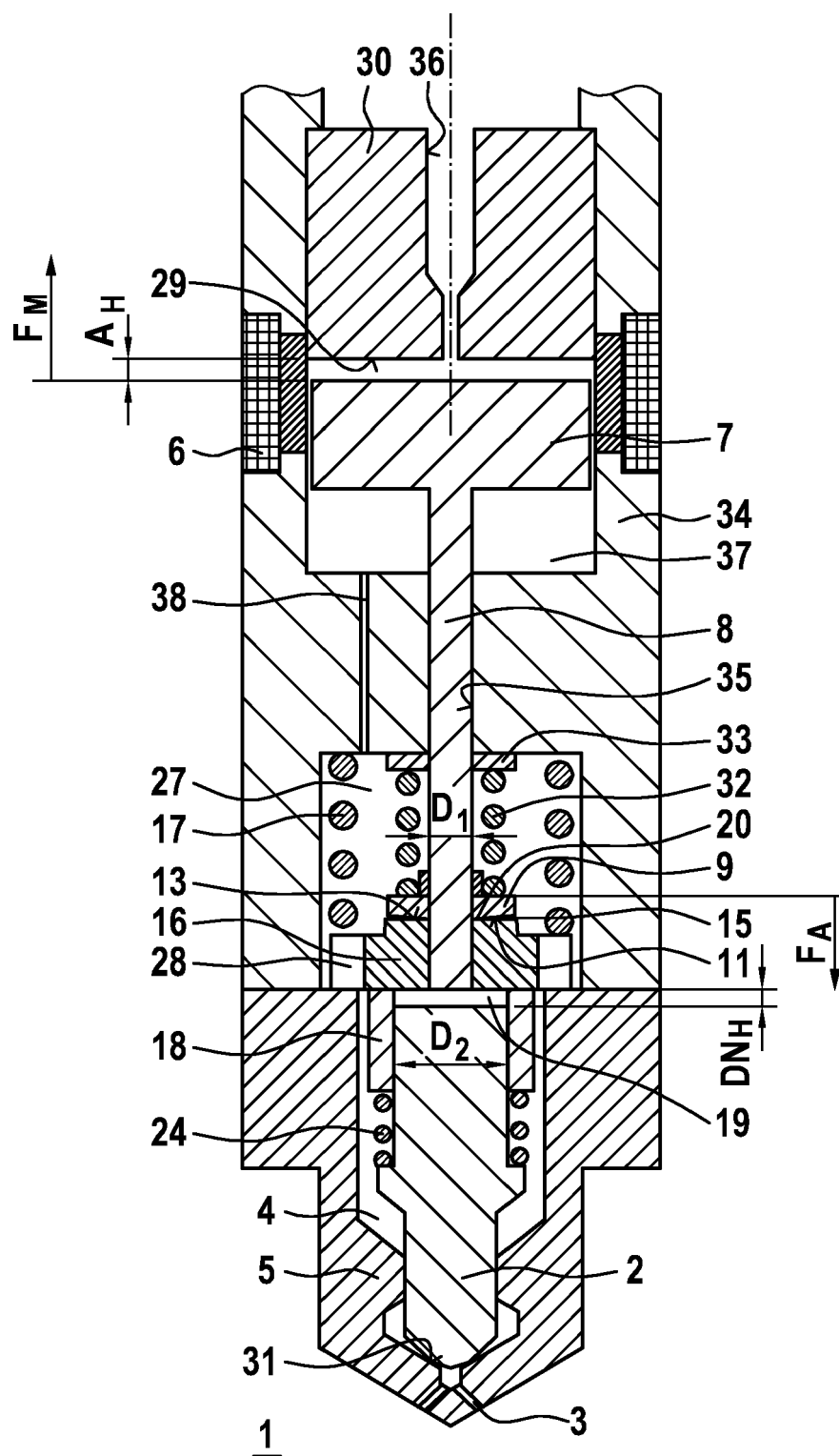




Fig. 2a

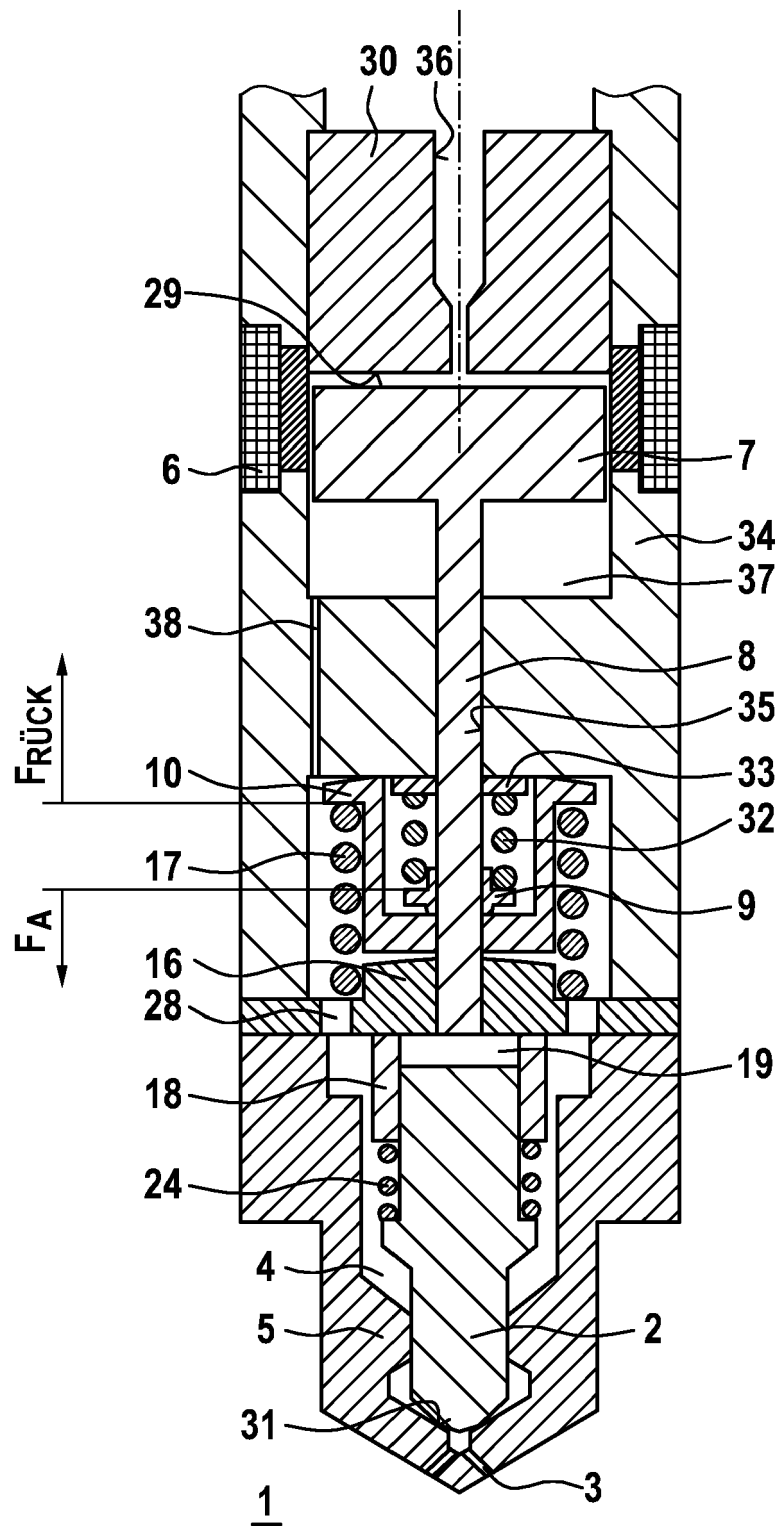


Fig. 2b

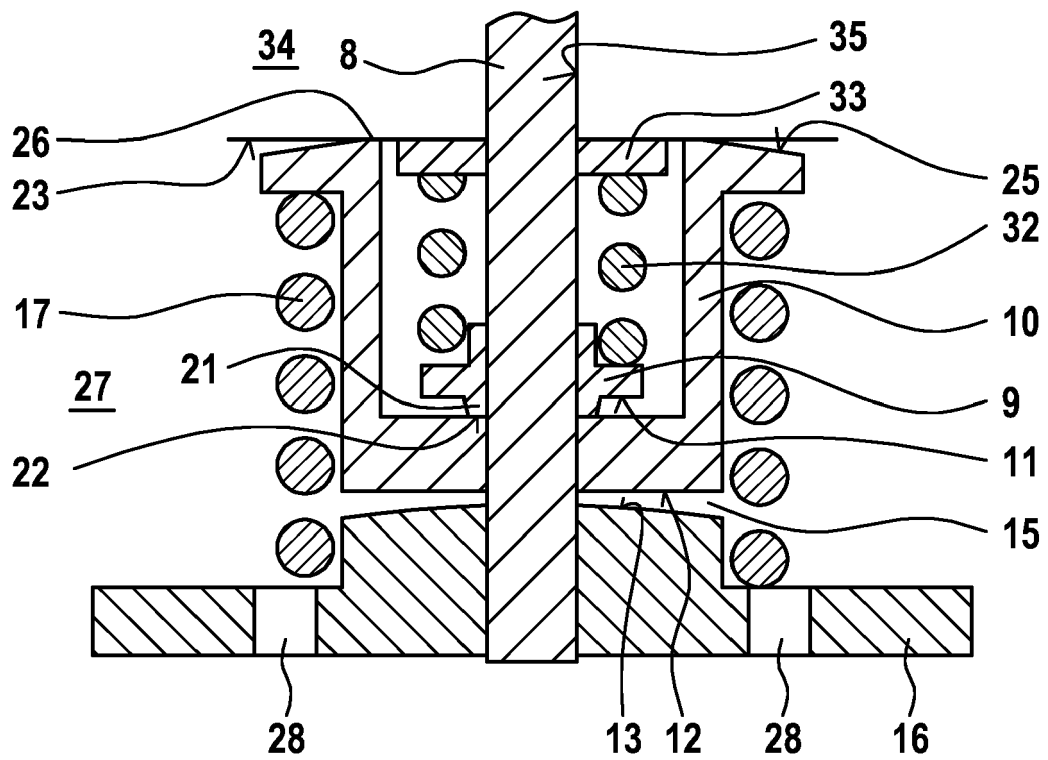


Fig. 2c

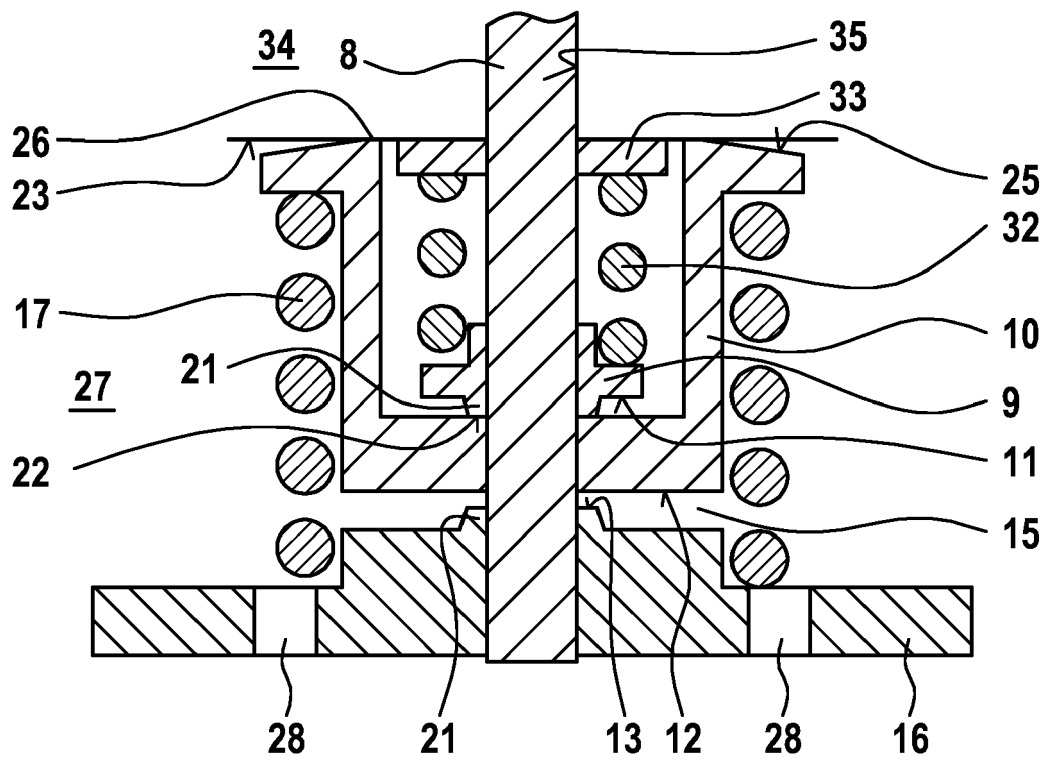
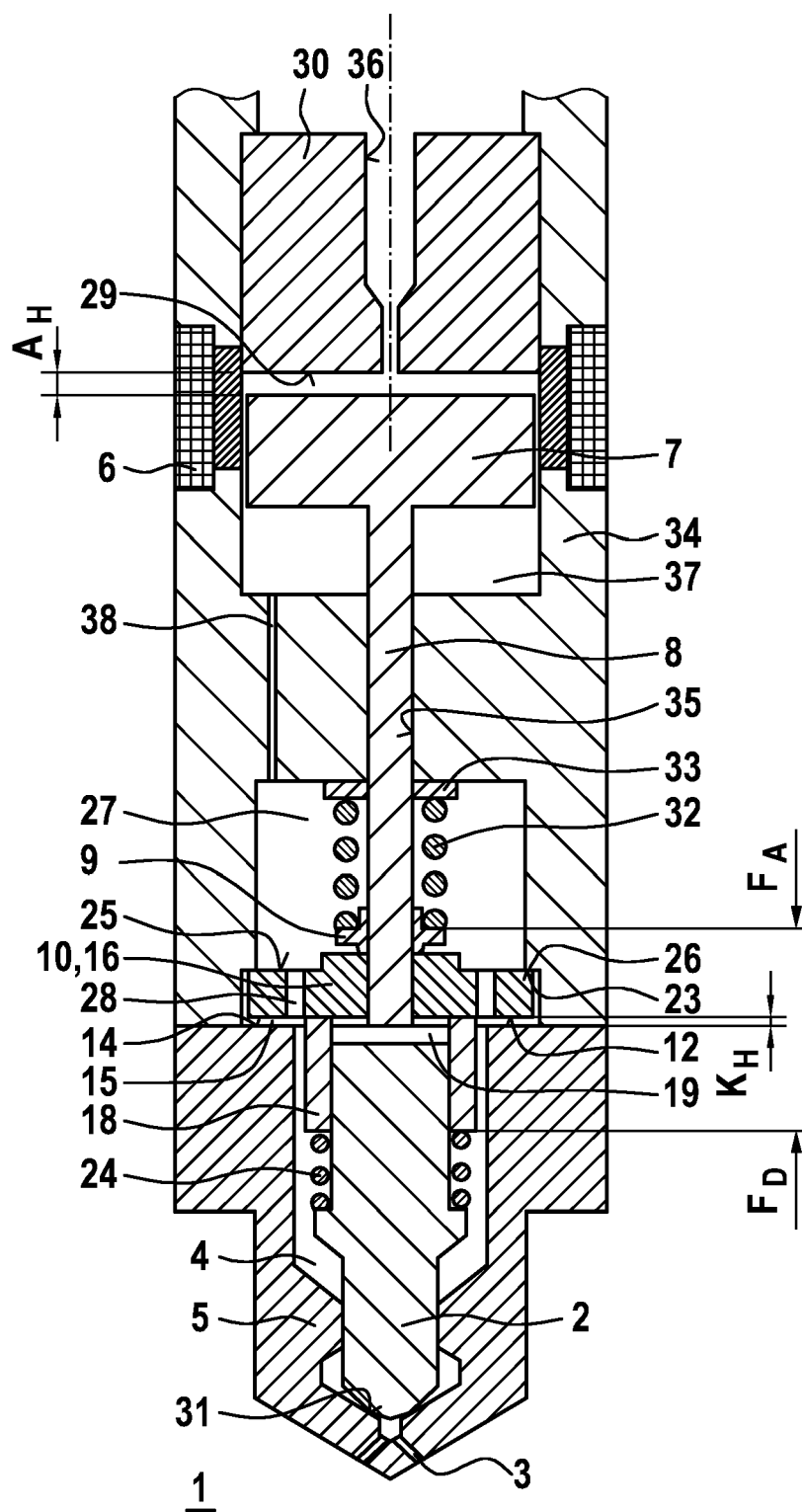


Fig. 3





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 16 16 6329

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2013 221534 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. April 2015 (2015-04-23)	1-5,8-10	INV. F02M51/06 F02M61/20
A	* das ganze Dokument *	6,7	
Y	EP 2 336 544 A1 (DELPHI TECH INC [US]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) * Absätze [0005] - [0008], [0038] - [0039]; Abbildungen 1,2 *	1-3,5,8-10	
Y	WO 2014/048609 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. April 2014 (2014-04-03) * Seite 9, Zeile 20 - Seite 10, Zeile 8; Abbildung 5 * * Seite 11, Zeilen 1-10; Abbildung 11 *	4	
A	DE 100 50 590 A1 (AISAN IND [JP]) 3. Mai 2001 (2001-05-03) * Spalte 7, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 15; Abbildungen 1-3 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>7. Oktober 2016</b>	Prüfer <b>Nobre Correia, S</b>
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 16 16 6329

5 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.

07-10-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013221534 A1	23-04-2015	KEINE	
EP 2336544 A1	22-06-2011	KEINE	
WO 2014048609 A1	03-04-2014	DE 102012217322 A1	12-06-2014
		EP 2901004 A1	05-08-2015
		JP 2015529306 A	05-10-2015
		KR 20150056789 A	27-05-2015
		US 2015247479 A1	03-09-2015
		WO 2014048609 A1	03-04-2014
DE 10050590 A1	03-05-2001	DE 10050590 A1	03-05-2001
		JP 2001123907 A	08-05-2001
		US 6367721 B1	09-04-2002

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 102010028835 A1 [0002]