



(11) **EP 3 098 433 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.03.2018 Patentblatt 2018/10**

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

(21) Anmeldenummer: **16165945.3**

(22) Anmeldetag: **19.04.2016**

---

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

FUEL INJECTOR

INJECTEUR DE CARBURANT

---

(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**

(30) Priorität: **22.05.2015 DE 102015209505**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.11.2016 Patentblatt 2016/48**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH 70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Mack, Manfred 89174 Altheim (DE)**  
• **Kurz, Michael 73207 Plochingen (DE)**  
• **Magel, Hans-Christoph 72764 Reutlingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 2 806 150 DE-A1-102012 210 424**  
**DE-A1-102013 221 534**

**EP 3 098 433 B1**

---

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

---

## 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 Ankereslement zur Steuerung des Steuerdrucks in einem Steuervolumen zusammen, das in axialer Richtung von einer am Einspritzventilglied ausgebildeten ersten hydraulischen Wirkfläche begrenzt wird. Am Ankereslement ist eine zweite hydraulische Wirkfläche ausgebildet, die der hydraulischen Wirkfläche des Einspritzventilgliedes am Steuervolumen gegenüber liegt. Eine dritte hydraulische Wirkfläche ist an einem hydraulischen Übersetzer ausgebildet, der gemeinsam mit dem Einspritzventilglied und dem Ankereslement 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 Einspritzventilgliedes ändernde erforderliche Öffnungskraft. Die zum Schließen erforderliche Schließkraft wird von einer Feder bereitgestellt, die am Ankereslement abgestützt ist und das Ankereslement in Richtung des Einspritzventilgliedes belastet. Die Federkraft bewirkt, dass das Ankereslement 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. Ein ähnlicher Kraftstoffinjektor ist auch aus der DE 10 2013 221 534 A1 bekannt.

**[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. 5 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 Düsennadel, 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 Düsennadel hydraulisch koppelbar ist. Erfindungsgemäß besitzt eine der Düsennadel zugewandte Stirnfläche des Ankerschafts oder eines mit dem Ankerschaft verbundenen Kontaktelements mindestens eine Erhebung zur Kontaktierung einer den unteren Hubanschlag für den Anker ausbildenden Anschlagfläche, so dass die Stirnfläche mit der Anschlagfläche einen 10 Quetschspalt ausbildend zusammenwirkt.

**[0007]** Die Ausbildung eines Quetschspalts bewirkt eine Dämpfung der Ankerbewegung kurz vor Erreichen der den unteren Hubanschlag ausbildenden Anschlagfläche. Denn im Bereich des Quetschspalts bildet sich ein dämpfendes Fluidkissen aus. Die Dämpfung der Ankerbewegung führt zu einer verringerten kinetischen Energie beim Aufschlagen des Ankers auf der Anschlagfläche, so dass die Prellneigung des Ankers geringer ist. Dies wirkt sich insbesondere als Vorteil bei Mehrfacheinspritzungen aus, da der Anker bereits vor Einleitung einer nachfolgenden Einspritzung wieder seine Ausgangslage eingenommen hat. 15 20 25 30 35

**[0008]** Die Erhebung der Stirnfläche des Ankerschafts bzw. des mit dem Ankerschaft verbundenen Kontaktelements weist den Vorteil auf, dass die Kontaktfläche des Ankers mit der als unterer Hubanschlag dienenden Anschlagfläche reduziert wird. Dies wirkt hydraulischen Klebeeffekten entgegen, so dass die erforderliche Öffnungskraft bzw. der zum Öffnen erforderliche Energiebedarf weitgehend unverändert bleibt. 40 45

**[0009]** In einer ersten erfindungsgemäßen Ausgestaltung besitzt die der Düsennadel zugewandte Stirnfläche des Ankerschafts oder des mit dem Ankerschaft verbundenen Kontaktelements eine einzige zentrale Erhebung, die mittig in Bezug auf die jeweilige Stirnfläche angeordnet ist. Diese Maßnahme verhindert, dass beim Anschlagen bzw. Kontaktieren der Anschlagfläche Querkräfte auf den Anker einwirken. 50

**[0010]** In einer zweiten alternativen Ausgestaltung der Erfindung sind mehrere Erhebungen zur Kontaktierung der den unteren Hubanschlag ausbildenden Anschlagfläche vorgesehen, die dann bevorzugt dezentral angeordnet sind. Vorzugsweise sind die mehreren dezentra-

len Erhebungen in gleichem Winkelabstand zueinander und/oder in gleichem radialen Abstand bezogen auf die Mitte der jeweiligen Stirnfläche angeordnet. Auch diese Maßnahmen dienen - jeweils allein oder in Kombination - der Vermeidung von auf den Anker einwirkenden Querkraften. Denn die mehreren Erhebungen bewirken eine möglichst gleichmäßige Kraftverteilung.

**[0011]** Die die mindestens eine Erhebung aufweisende Stirnfläche des Ankerschafts oder eines mit dem Ankerschaft verbundenen Kontaktelements ist vorzugsweise eben ausgeführt. Vorteilhafterweise ist sie im Wesentlichen parallel zur Anschlagfläche ausgerichtet, mit der sie einen Quetschspalt ausbildend zusammenwirkt.

**[0012]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die den unteren Hubanschlag für den Anker ausbildende Anschlagfläche eine Stirnfläche der Düsenadel. Das heißt, dass die Düsenadel zugleich als unterer Hubanschlag für den Anker dient. Alternativ kann die Anschlagfläche auch eine Stirnfläche eines in die Düsenadel eingesetzten Anschlagelements sein. In diesem Fall bildet das Anschlagelement den unteren Hubanschlag für den Anker aus. Durch Vorsehen eines separaten Anschlagelements kann die Ausrichtung der Anschlagfläche in Bezug auf den Anker optimiert werden. Die Ausrichtung kann einmalig bei der Montage erfolgen, um beispielsweise Fertigungs- und/oder Montagetoleranzen auszugleichen.

**[0013]** Um ein automatisches Ausrichten der Anschlagfläche in Bezug auf den Anker bei jedem Anschlagen zu ermöglichen, wird in Weiterbildung der Erfindung vorgeschlagen, dass das in die Stirnfläche der Düsenadel eingesetzte Anschlagelement teilkugelförmig ausgebildet und in eine vorzugsweise teilkugelförmige Ausnehmung der Düsenadel eingesetzt ist. Durch diese Maßnahme ist gewährleistet, dass die Anschlagfläche gegenüber einer (gedachten) Radialebene kippbar ist und sich bei exzentrischer Belastung automatisch ausrichtet. Das heißt, dass in diesem Fall die Stirnfläche des Ankerschafts oder des mit dem Ankerschaft verbundenen Kontaktelements idealerweise mehrere dezentral angeordnete Erhebungen besitzt.

**[0014]** Anstelle einer teilkugelförmigen Ausnehmung kann die Düsenadel auch eine kegelförmige Ausnehmung zur Aufnahme des Anschlagelements besitzen, welche ebenfalls ein automatisches Ausrichten ermöglicht. Bevorzugt ist jedoch die Innenkontur der Ausnehmung der Außenkontur des Anschlagelements angepasst, damit die Kontaktfläche zwischen dem Anschlagelement und der Düsenadel möglichst groß ist. Denn dann wirkt im Kontaktbereich eine Haltekraft, die das Anschlagelement in Kontakt mit der Düsenadel hält.

**[0015]** Durch das automatische Ausrichten der den unteren Hubanschlag für den Anker ausbildenden Anschlagfläche in Bezug auf den Anker können exemplarische Einflüsse auf die angestrebte Dämpfungswirkung weitgehend ausgeschlossen werden.

**[0016]** Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass der Anker in Richtung der Düsenadel von der Federkraft einer

Ankerfeder beaufschlagt ist, die einerseits gehäuseseitig und andererseits an einem mit dem Ankerschaft des Ankers verbundenen Federteller abgestützt ist. Die zur Rückstellung vorgesehene Ankerfeder kann auf diese Weise - in Schließrichtung gesehen - möglichst weit vorne am Anker bzw. Ankerschaft angeordnet werden, so dass die Gefahr eines Verkippens des Ankers reduziert wird. Der Federteller erleichtert die Montage des Kraftstoffinjektors, da er vorzugsweise erst nach dem Einsetzen des Ankers in ein Körperbauteil des Kraftstoffinjektors und Aufsetzen der Ankerfeder auf den Ankerschaft mit dem Ankerschaft des Ankers verbunden wird. Die Verbindung kann in einfacher Weise mittels Aufpressen erfolgen.

**[0017]** Bevorzugt durchsetzt der Ankerschaft eine Kopplerplatte, die am Düsenkörper abgestützt und in Richtung des Düsenkörpers von der Federkraft einer Kopplerfeder beaufschlagt ist. Die Kopplerplatte dient der Begrenzung eines Kopplerraums, der ferner vom Ankerschaft, von der Düsenadel und einer die Düsenadel bereichsweise umgebenden Dichthülse begrenzt wird. Über den Kopplerraum ist der Ankerschaft mit der Düsenadel hydraulisch gekoppelt bzw. koppelbar, so dass in Abhängigkeit vom Größenverhältnis der den Kopplerraum begrenzenden Flächen eine Verstärkung der Aktorkraft beim Öffnen bewirkbar ist, um beispielsweise die anfänglich hohe erforderliche Öffnungskraft bereit zu stellen. Die Abstützung der Kopplerplatte am Düsenkörper sollte in der Weise erfolgen, dass sie in radialer Richtung verschiebbar gegenüber dem Düsenkörper gelagert ist, um ggf. einen Achsversatz zwischen dem Ankerschaft und der Düsenadel auszugleichen.

**[0018]** Bevorzugt ist die Düsenadel in Schließrichtung von der Federkraft einer Düsenfeder beaufschlagt. Die Düsenfeder unterstützt den Schließvorgang. Vorzugsweise ist die Düsenfeder einerseits an der Düsenadel und andererseits an der Dichthülse abgestützt, so dass die Federkraft der Düsenfeder die Dichthülse gegen die Kopplerplatte axial vorspannt. Die axiale Vorspannung stellt die Dichtwirkung der Dichthülse sicher, so dass eine wirksame Trennung des Kopplerraums von der Hochdruckbohrung erzielt wird.

**[0019]** Als oberer Hubanschlag für den Anker dient vorzugsweise eine Anschlagfläche, die von einem Innenpolkörper ausgebildet wird. Der Innenpolkörper ist Teil eines die Magnetspule umfassenden Magnetkreises, wobei die Anordnung radial innenliegend in Bezug auf die ringförmige Magnetspule erfolgt. Auf diese Weise kann ein Magnetkreis geschaffen werden, der sich über den gesamten Außendurchmesser des Kraftstoffinjektors erstreckt, so dass hohe Magnetkräfte erzielbar sind. Der Anker ist in diesem Fall als Tauchanker ausgebildet.

**[0020]** In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass im Innenpolkörper eine zentrale Bohrung als Kraftstoffzulaufkanal ausgebildet ist. Der Zulauf von Kraftstoff erfolgt demnach zentral, so dass der Kraftstoffinjektor gleichmäßig von Hochdruck beaufschlagt ist. Der Kraftstoffzulaufkanal mündet weiterhin bevorzugt in

einen Ankerraum, in dem der Anker zumindest bereichsweise ausgenommen ist. Der Ankerraum ist somit Teil des Zulaufs und somit ebenfalls von Hochdruck beaufschlagt.

**[0021]** Um den Zulauf von Kraftstoff in Richtung der mindestens einen Einspritzöffnung sicherzustellen, ist bevorzugt der Ankerraum über einen Verbindungskanal mit einem Hochdruckraum verbunden. Im Hochdruckraum ist vorzugsweise die Kopplerplatte aufgenommen, wobei weiterhin vorzugsweise der Hochdruckraum über mindestens eine in der Kopplerplatte ausgebildete Durchströmöffnung mit der Hochdruckbohrung verbunden ist.

**[0022]** 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. 2 einen schematischen Längsschnitt durch den Kraftstoffinjektor der Fig. 1 in einer Offenstellung,

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch das düsenadelseitige Ende des Ankerschafts des Kraftstoffinjektors der Fig. 1 in vergrößerter Darstellung,

Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform in Schließstellung,

Fig. 5 einen schematischen Längsschnitt durch das düsenadelseitige Ende des Ankerschafts des Kraftstoffinjektors der Fig. 4 in vergrößerter Darstellung,

Fig. 6 einen schematischen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektor gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform in Schließstellung und

Fig. 7 einen schematischen Längsschnitt durch das düsenadelseitige Ende des Ankerschafts des Kraftstoffinjektors der Fig. 6 in vergrößerter Darstellung,

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0023]** Der in den Figuren 1 und 2 jeweils im Längsschnitt dargestellte Kraftstoffinjektor umfasst einen Düsenkörper 5 mit einer Hochdruckbohrung 4, in welcher eine Düsenadel 2 zum Freigeben und Verschließen mehrerer Einspritzöffnungen 3 hubbeweglich aufgenommen ist. Bei angehobener Düsenadel 2 werden die Einspritzöffnungen 3 freigegeben, so dass unter hohem Druck stehender Kraftstoff in einen Brennraum 1 eingespritzt wird.

**[0024]** Die Betätigung der Düsenadel 2 erfolgt über einen Magnetaktor, der eine Magnetspule 6 umfasst. Die Magnetspule 6 wirkt hierbei mit einem Anker 7 zusammen, der einen Ankerschaft 8 zur hydraulischen Kopplung mit der Düsenadel 2 besitzt. Hierzu ist das der Düsenadel 2 zugewandte Ende des Ankerschafts 8 durch eine am Düsenkörper 5 abgestützte Kopplerplatte 16 geführt, die gemeinsam mit dem Ankerschaft 8, der Düsenadel 2 und einer die Düsenadel 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 Düsenfeder 20 gegen die Kopplerplatte 16 axial vorgespannt. Das die Kopplerplatte 16 durchsetzende Ende des Ankerschafts 8 besitzt einen Außendurchmesser  $D_1$ , der deutlich kleiner als der Außendurchmesser  $D_2$  der Düsenadel 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.

**[0025]** 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 14, die an einem auf den Ankerschaft 8 aufgedrückten Federteller 15 abgestützt ist - in Richtung eines Innenpolkörpers 21 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 21 verfährt, desto weiter baut sich der Druck im Kopplerraum 19 ab, und zwar soweit bis sich die Düsenadel 2 entgegen der Federkraft  $F_D$  der Düsenfeder 20 und der resultierenden hydraulischen Schließkraft  $F_{\text{hydSchließ}}$  aus ihrem Sitz 29 bewegt. Der Anker 7 verfährt maximal bis zu einer Anschlagfläche 22, die am Innenpolkörper 21 ausgebildet ist und als oberer Hubanschlag dient. Die Düsenadel 2 folgt der Bewegung in einem umgesetzten Verhältnis, das durch das Flächenverhältnis der am Ankerschaft 8 und an der Düsenadel 2 ausgebildeten hydraulischen Wirkflächen vorgegeben ist. Bei erreichtem Maximalhub des Ankers 7 kann eine ungedrosselte Einspritzung über die Einspritzöffnungen 3 stattfinden. Der Zulauf von Kraftstoff erfolgt über eine zentrale Bohrung 23, die im Innenpolkörper 21 ausgebildet ist und in einen Ankerraum 24 mündet. Der Ankerraum 24 ist über einen seitlich angeordneten Verbindungskanal 25 mit einem Hochdruckraum 26 verbunden, in dem die Kopplerplatte 16 aufgenommen ist. Über mindestens eine in der Kopplerplatte 16 vorgesehene Durchströmöffnung 27 ist eine Verbindung des Hochdruckraums 26 mit der Hochdruckbohrung 4 des Düsenkörpers 5 hergestellt, in dem die Einspritzöffnungen 3 ausgebildet sind.

**[0026]** Zum Beenden der Einspritzung wird die Bestro-

mung der Magnetspule 6 beendet, so dass die Magnetkraft  $F_M$  abgebaut wird. Die in Schließrichtung wirkende Federkraft  $F_A$  der Ankerfeder 14 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 Düsenadel 2 wirkende Federkraft  $F_D$  der Düsenfeder 20 die resultierende hydraulische Öffnungskraft  $F_{\text{hydÖff}}$  beginnt die Schließbewegung der Düsenadel 2. Wegen der prinzipbedingten Leckage vom Hochdruckbereich in den Kopplerraum 19, und zwar über die Führung des Ankerschafts 8 in der Kopplerplatte 16 bzw. über die Führung der Düsenadel 2 in der Dicht- hülse 18, erreicht die Düsenadel 2 ihren Sitz 29 bevor der Ankerschaft 8 zur Anlage an der Düsenadel 2 bzw. an ein hierin eingesetztes Anschlagelement 13 mit einer Anschlagfläche 11 gelangt, das einen unteren Hubanschlag für den Anker 7 ausbildet.

**[0027]** Das in die Düsenadel 2 eingesetzte Anschlagelement 13 ist teilkugelförmig ausgeführt und in eine teilkugelförmige Ausnehmung der Düsenadel 2 eingesetzt. Das Anschlagelement 13 ist demnach derart gelagert, dass die Anschlagfläche 11 gegenüber einer Radialebene E kippbar ist, um diese in Bezug auf den Ankerschaft auszurichten. Das Ausrichten erfolgt automatisch mit jedem Anschlagen des Ankerschafts 8 am Anschlagelement 13, da die Stirnfläche  $A_1$  des Ankerschafts 8 drei dezentrale Erhebungen 10 besitzt, die in gleichem Winkelabstand zueinander angeordnet sind (siehe Fig. 3). Nimmt der Anker 7 eine Schräglage gegenüber der Düsenadel 2 bzw. dem hierin eingesetzten Anschlagelement 13 ein, gelangt lediglich eine Erhebung 10 über eine Kontaktfläche  $A_K$  in Kontakt mit der Anschlagfläche 11. Aufgrund der dezentralen Anordnung der Erhebungen 10 bewirkt dieses exzentrische Anschlagen ein Kippen des Anschlagelements 13 bis alle drei Erhebungen 10 über Kontaktflächen  $A_K$  zur Anlage am Anschlagelement 13 gelangen.

**[0028]** Durch die Erhebungen 10 liegt die Stirnfläche  $A_1$  des Ankerschafts 8 gegenüber den Kontaktflächen  $A_K$  zurück. Dies hat zur Folge, dass zwischen der Stirnfläche  $A_1$  und der Anschlagfläche 11 ein Quetschspalt 12 ausgebildet wird, der die Bewegung des Ankers 7 kurz vor dem Aufschlagen auf die Anschlagfläche 11 abbremsst bzw. dämpft. Die Dämpfungswirkung steigt mit Annäherung des Ankers 7 an die Anschlagfläche 11. Denn je geringer die Höhe des Quetschspalts 12 ist, desto mehr Arbeit muss verrichtet werden, um Kraftstoff aus dem Quetschspalt 12 zu verdrängen. Aufgrund der Dämpfung neigt der Anker 7 weniger zum Prellen.

**[0029]** Die Reduzierung des Kontaktbereichs auf die Kontaktflächen  $A_K$  der drei Erhebungen 10 hat ferner zur Folge, dass hydraulische Klebeeffekte beim Öffnen des Kraftstoffinjektors weitgehend vermieden werden. Das heißt, dass keine erhöhte Öffnungskraft erforderlich ist, um den Anker 7 von der Anschlagfläche 11 zu lösen.

**[0030]** Die Kontaktfläche des Anschlagelements 13

mit der Düsenadel 2 ist demgegenüber möglichst groß gewählt, um beim Öffnen ein Lösen des Anschlagelements 13 von der Düsenadel 2 zu verhindern. Das heißt, dass die zwischen dem Anschlagelement 13 und der Düsenadel 2 wirkende Lösekraft  $F_{L1}$  größer als die zwischen dem Anker 7 und dem Anschlagelement 13 wirkende Lösekraft  $F_L$  sein muss.

**[0031]** Eine Abwandlung der Ausführungsform der Figuren 1 und 2 ist in der Fig. 4 dargestellt. Hier sind die Erhebungen 10 nicht am Ankerschaft 8, sondern an einem mit dem Ankerschaft 8 verbundenen Kontaktelement 9 ausgebildet (siehe Fig. 5). Der Ankerschaft 8 gelangt demnach nur mittelbar über das Kontaktelement 9 in Kontakt mit der Anschlagfläche 11 des Anschlagelements 13. Das Kontaktelement 9 ist vorliegend topfförmig ausgebildet und auf das düsenadelseitige Ende des Ankerschafts 8 aufgepresst. Die zurückliegende Stirnfläche  $A_2$  wirkt nunmehr mit der Anschlagfläche 11 den Quetschspalt 12 ausbildend zusammen. Da die Stirnfläche  $A_2$  des Kontaktelements 9 größer als die Stirnfläche  $A_1$  des Ankerschafts ist, kann in dieser Ausführungsform eine noch größere Dämpfungswirkung erzielt werden. Um eine Kollision des auf den Ankerschaft 8 aufgepressten Kontaktelements 9 mit der Kopplerplatte 16 zu verhindern, ist in dieser eine Ausnehmung 28 ausgebildet.

**[0032]** Eine weitere Abwandlung ist der Fig. 6 zu entnehmen. Auf ein Anschlagelement 13 wurde bei dieser Ausführungsform verzichtet. Die Anschlagfläche 11 wird von der Düsenadel 2 selbst ausgebildet. Der Ankerschaft 8 weist an seinem düsenadelseitigen Ende wiederum ein aufgepresstes Kontaktelement 9 zur Kontaktierung der Anschlagfläche 11 auf. Dieses weist vorliegend jedoch nur eine zentrale Erhebung 10 auf, die zudem dornartig ausgebildet ist, so dass die Kontaktfläche  $A_K$  auf einen einzelnen Kontaktpunkt reduziert wird (siehe Fig. 7). Aufgrund der zentralen Anordnung der Erhebung 10 ist auch unerheblich, ob der Ankerschaft 8 exakt koaxial zur Düsenadel 2 ausgerichtet ist. Dies erklärt, warum ein in die Düsenadel 1 eingesetztes, kippbares Anschlagelement 13 vorliegend entbehrlich ist. Zudem lässt sich eine einzelne zentrale Erhebung 10 einfacher und somit kostengünstiger herstellen.

**[0033]** Es versteht sich von selbst, dass die Abwandlung gemäß der Fig. 6 auch ohne Kontaktelement 9 realisierbar ist. In diesem Fall ist die eine zentrale Erhebung 10 unmittelbar am Ankerschaft 8 ausgebildet.

## Patentansprüche

1. 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 Düsennadel (2) hydraulisch koppelbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Düsennadel (2) zugewandte Stirnfläche ( $A_1$ ,  $A_2$ ) des Ankerschafts (8) oder eines mit dem Ankerschaft (8) verbundenen Kontaktelements (9) eine zentrale Erhebung (10) oder mehrere dezentrale Erhebungen (10) zur Kontaktierung einer den unteren Hubanschlag für den Anker (7) ausbildenden Anschlagfläche (11) besitzt, so dass die Stirnfläche ( $A_1$ ,  $A_2$ ) mit der Anschlagfläche (11) einen Quetschspalt (12) ausbildend zusammenwirkt.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die den unteren Hubanschlag für den Anker (7) ausbildende Anschlagfläche (11) eine Stirnfläche der Düsennadel (2) oder eines hierin eingesetzten Anschlagelements (13) ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das in die Stirnfläche der Düsennadel (2) eingesetzte Anschlagelement (13) teilkugelförmig ausgebildet und in eine vorzugsweise teilkugelförmige Ausnehmung der Düsennadel (2) eingesetzt ist, so dass die Anschlagfläche (11) gegenüber einer Radialebene (E) kippbar ist.
4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (7) in Richtung der Düsennadel (2) von der Federkraft einer Ankerfeder (14) beaufschlagt ist, die einerseits gehäuseseitig und andererseits an einem mit dem Ankerschaft (8) des Ankers (7) verbundenen Federsteller (15) abgestützt ist.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Ankerschaft (8) eine Kopplerplatte (16) durchsetzt, die am Düsenkörper (5) abgestützt und in Richtung des Düsenkörpers (5) von der Federkraft einer Kopplerfeder (17) beaufschlagt ist, wobei die Kopplerplatte (16) gemeinsam mit dem Ankerschaft (8), der Düsennadel (2) und einer die Düsennadel (2) bereichsweise umgebenden Dichthülse (18) einen Kopplerraum (19) begrenzt.
6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Düsennadel (2) in Schließrichtung von der Federkraft einer Düsenfeder (20) beaufschlagt ist, die vorzugsweise einerseits an der Düsennadel (2) und andererseits an der Dichthülse (18) abgestützt ist, so dass die Federkraft der Düsenfeder (20) die Dichthülse (18) ge-

gen die Kopplerplatte (16) axial vorspannt.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** ein Innenpolkörper (21) eine Anschlagfläche (22) als oberer Hubanschlag für den Anker (7) ausbildet, wobei vorzugsweise im Innenpolkörper (21) eine zentrale Bohrung (23) als Kraftstoffzulaufkanal ausgebildet ist, der in einen Ankerraum (24) mündet.
8. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Ankerraum (24) über einen Verbindungskanal (25) mit einem Hochdruckraum (26) verbunden ist, in dem vorzugsweise die Kopplerplatte (16) aufgenommen ist, wobei weiterhin vorzugsweise der Hochdruckraum (26) über mindestens eine in der Kopplerplatte (16) ausgebildete Durchströmöffnung (27) mit der Hochdruckbohrung (4) verbunden ist.

#### Claims

1. Fuel injector for injecting fuel into a combustion chamber (1) of an internal combustion engine, comprising a nozzle needle (2) which is accommodated so as to be movable in a reciprocating manner in order to open up and close at least one injection opening (3) in a high-pressure bore (4) of a nozzle body (5), furthermore comprising an annular magnet coil (6) for acting on an armature (7) which is movable in a reciprocating manner and is hydraulically coupleable to the nozzle needle (2) via an armature shaft (8),  
**characterized in that** an end surface ( $A_1$ ,  $A_2$ ) of the armature shaft (8), which end surface faces the nozzle needle (2), or a contact element (9) connected to the armature shaft (8) has a central elevation (10) or a plurality of decentral elevations (10) for making contact with a stop surface (11) forming the lower stroke stop for the armature (7), and therefore the end surface ( $A_1$ ,  $A_2$ ) interacts with the stop surface (11) in a manner forming a squeeze gap (12).
2. Fuel injector according to Claim 1,  
**characterized in that** the stop surface (11) forming the lower stroke for the armature (7) is an end surface of the nozzle needle (2) or of a stop element (13) inserted therein.
3. Fuel injector according to Claim 2,  
**characterized in that** the stop element (13) inserted into the end surface of the nozzle needle (2) is of partially spherical design and is inserted into a preferably partially spherical recess of the nozzle needle (2) such that the stop surface (11) is tiltable in relation to a radial plane (E).

4. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the armature (7) is applied in the direction of the nozzle needle (2) by the spring force of an armature spring (14) which, at one end, is supported on the housing side and, at the other end, on a spring plate (15) connected to the armature shaft (8) of the armature (7).
5. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the armature shaft (8) passes through a coupler plate (16) which is supported on the nozzle body (5) and is applied in the direction of the nozzle body (5) by the spring force of a coupler spring (17), wherein the coupler plate (16) together with the armature shaft (8), the nozzle needle (2) and a sealing sleeve (18) surrounding the nozzle needle (2) in regions bounds a coupler space (19) .
6. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** the nozzle needle (2) is applied in the closing direction by the spring force of a nozzle spring (20) which is preferably supported at one end on the nozzle needle (2) and at the other end on the sealing sleeve (18), and therefore the spring force of the nozzle spring (20) axially prestresses the sealing sleeve (18) against the coupler plate (16).
7. Fuel injector according to one of the preceding claims,  
**characterized in that** an internal pole body (21) forms a stop surface (22) as an upper stroke stop for the armature (7), wherein a central bore (23) is preferably formed in the internal pole body (21) as a fuel inlet channel which leads into an armature space (24).
8. Fuel injector according to Claim 7,  
**characterized in that** the armature space (24) is connected via a connecting channel (25) to a high-pressure space (26) in which the coupler plate (16) is preferably accommodated, wherein the high-pressure space (26) is furthermore preferably connected to the high-pressure bore (4) via at least one through flow opening (27) formed in the coupler plate (16).

## Revendications

1. Injecteur de carburant pour l'injection de carburant dans une chambre de combustion (1) d'un moteur à combustion interne, comprenant un pointeau de buse (2) qui est reçu avec une course de déplacement dans un alésage haute pression (4) d'un corps de buse (5) pour ouvrir et fermer au moins une ouverture

d'injection (3), comprenant en outre une bobine magnétique annulaire (6) destinée à agir sur un induit à course de déplacement (7) qui peut être accouplé hydrauliquement au pointeau de buse (2) par le biais d'une tige d'induit (8),

**caractérisé en ce qu'**une surface frontale ( $A_1, A_2$ ), tournée vers le pointeau de buse (2), de la tige d'induit (8) ou d'un élément de contact (9) connecté à la tige d'induit (8), possède un rehaussement central (10) ou plusieurs rehaussements excentrés (10) pour le contact avec une surface de butée (11) constituant la butée de fin de course inférieure pour l'induit (7), de telle sorte que la surface frontale ( $A_1, A_2$ ) coopère avec la surface de butée (11) en formant une fente d'écrasement (12).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** la surface de butée (11) constituant la butée de fin de course inférieure pour l'induit (7) est une surface frontale du pointeau de buse (2) ou d'un élément de butée (13) inséré dans celui-ci.

3. Injecteur de carburant selon la revendication 2,  
**caractérisé en ce que** l'élément de butée (13) inséré dans la surface frontale du pointeau de buse (2) est réalisé en forme de sphère partielle et est inséré dans un évidement du pointeau de buse (2) de préférence en forme de sphère partielle de telle sorte que la surface de butée (11) puisse basculer par rapport à un plan radial (E) .

4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** l'induit (7) est sollicité dans la direction du pointeau de buse (2) par la force de ressort d'un ressort d'un ressort d'induit (14) qui est supporté d'une part du côté du boîtier et d'autre part sur une coupelle de ressort (15) connectée à la tige d'induit (8) de l'induit (7).

5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** la tige d'induit (8) traverse une plaque de couplage (16) qui est supportée sur le corps de buse (5) et qui est sollicitée dans la direction du corps de buse (5) par la force de ressort d'un ressort de couplage (17), la plaque de couplage (16), conjointement avec la tige d'induit (8), le pointeau de buse (2) et une douille d'étanchéité (18) entourant en partie le pointeau de buse (2) délimitant un espace de couplage (19).

6. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** le pointeau de buse (2) est sollicité dans la direction de fermeture par la force de ressort d'un ressort de buse (20) qui est supporté de préférence d'une part sur le pointeau de buse (2)

et d'autre part sur la douille d'étanchéité (18) de telle sorte que la force de ressort du ressort de buse (20) précontraigne axialement la douille d'étanchéité (18) contre la plaque de couplage (16).

5

7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes,

**caractérisé en ce qu'**un corps de pôle intérieur (21) constitue une surface de butée (22) en tant que butée de fin de course supérieure pour l'induit (7), un alésage central (23) étant réalisé dans le corps de pôle intérieur (21) en tant que canal d'alimentation en carburant, qui débouche dans un espace d'induit (24).

10

8. Injecteur de carburant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'espace d'induit (24) est connecté par le biais d'un canal de liaison (25) à un espace haute pression (26) dans lequel est reçue de préférence la plaque de couplage (16), l'espace haute pression (26) étant en outre de préférence connecté à l'alésage haute pression (4) par le biais d'au moins une ouverture d'écoulement (27) réalisée dans la plaque de couplage (16).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

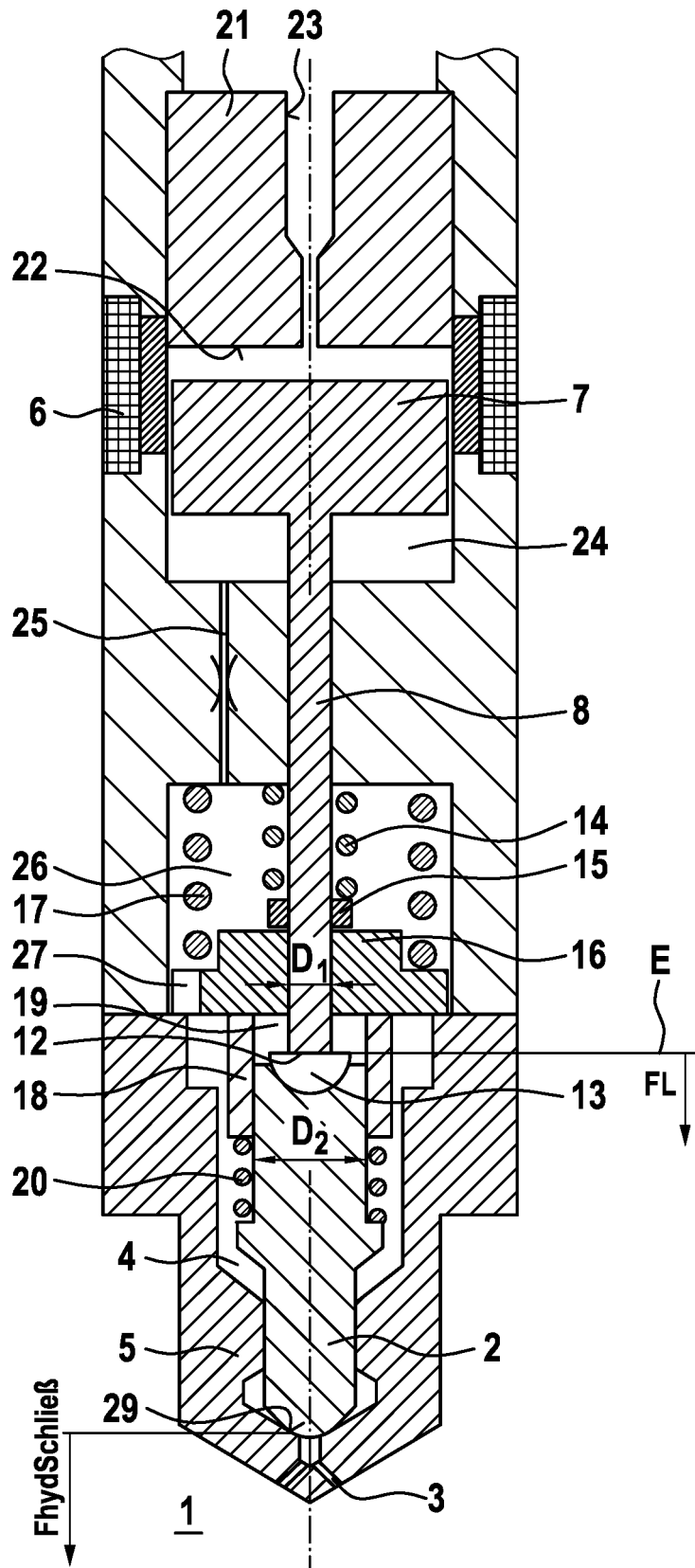
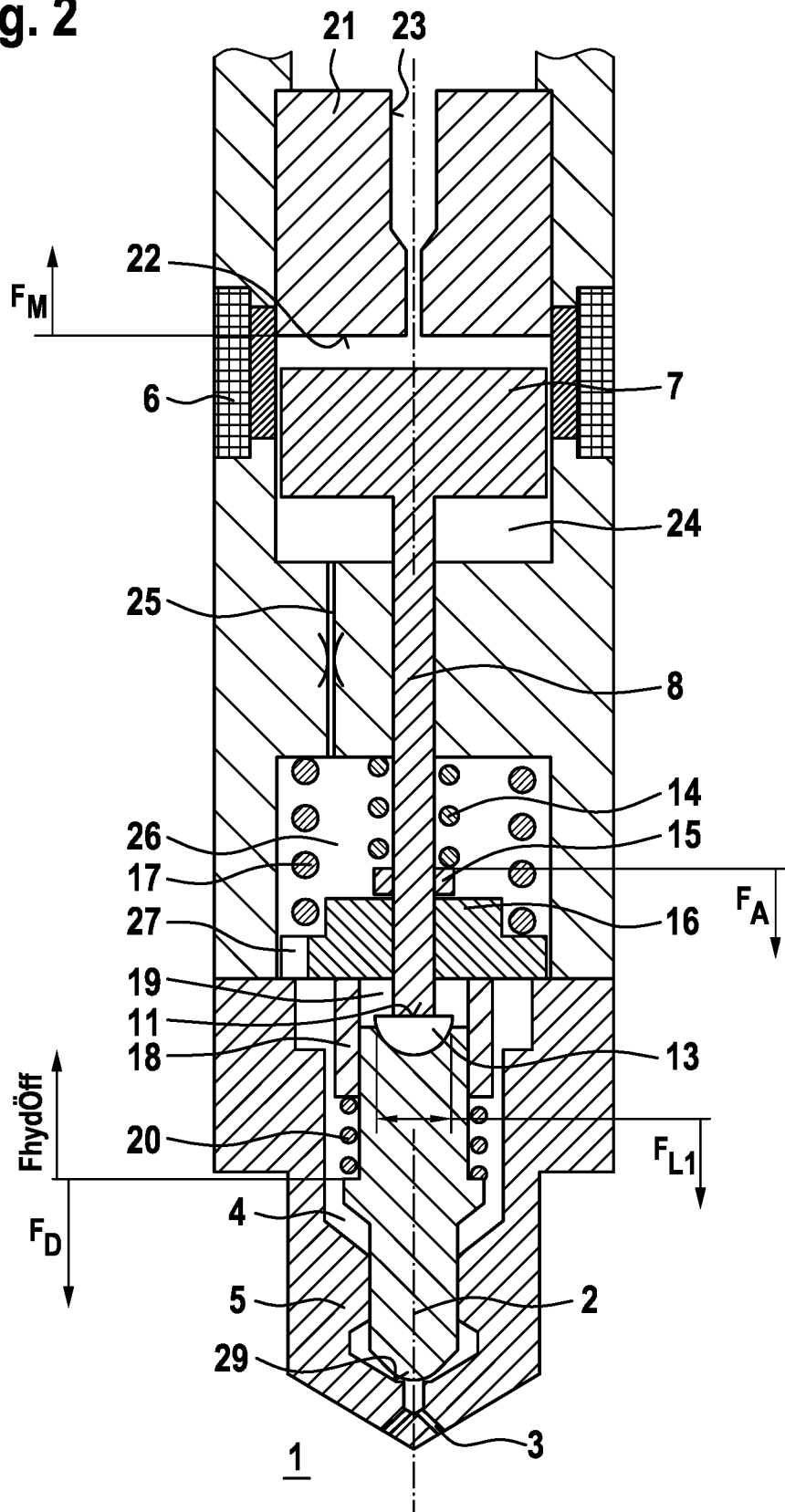


Fig. 2



**Fig. 3**

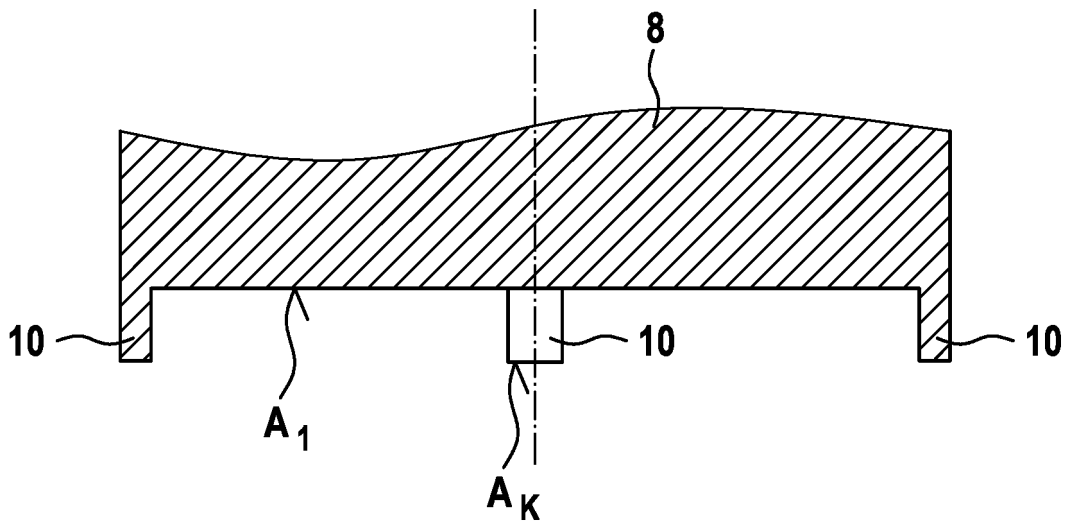




Fig. 5

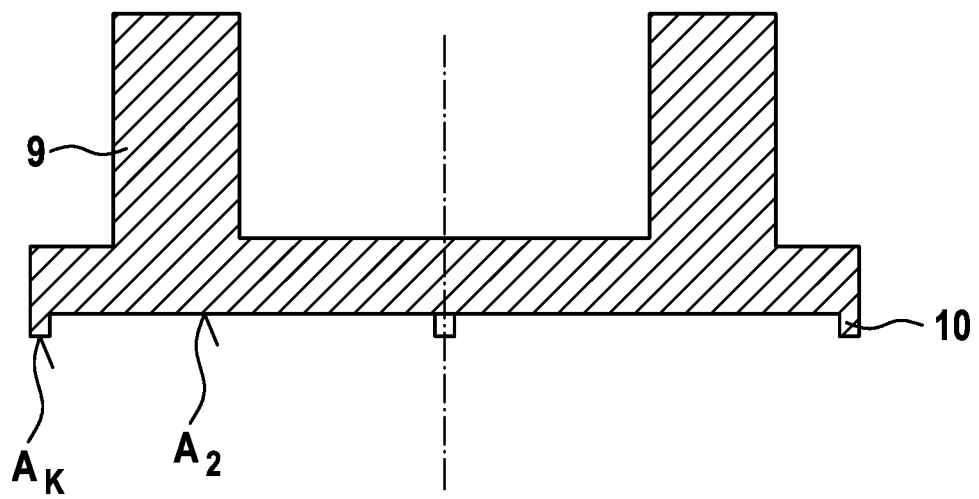
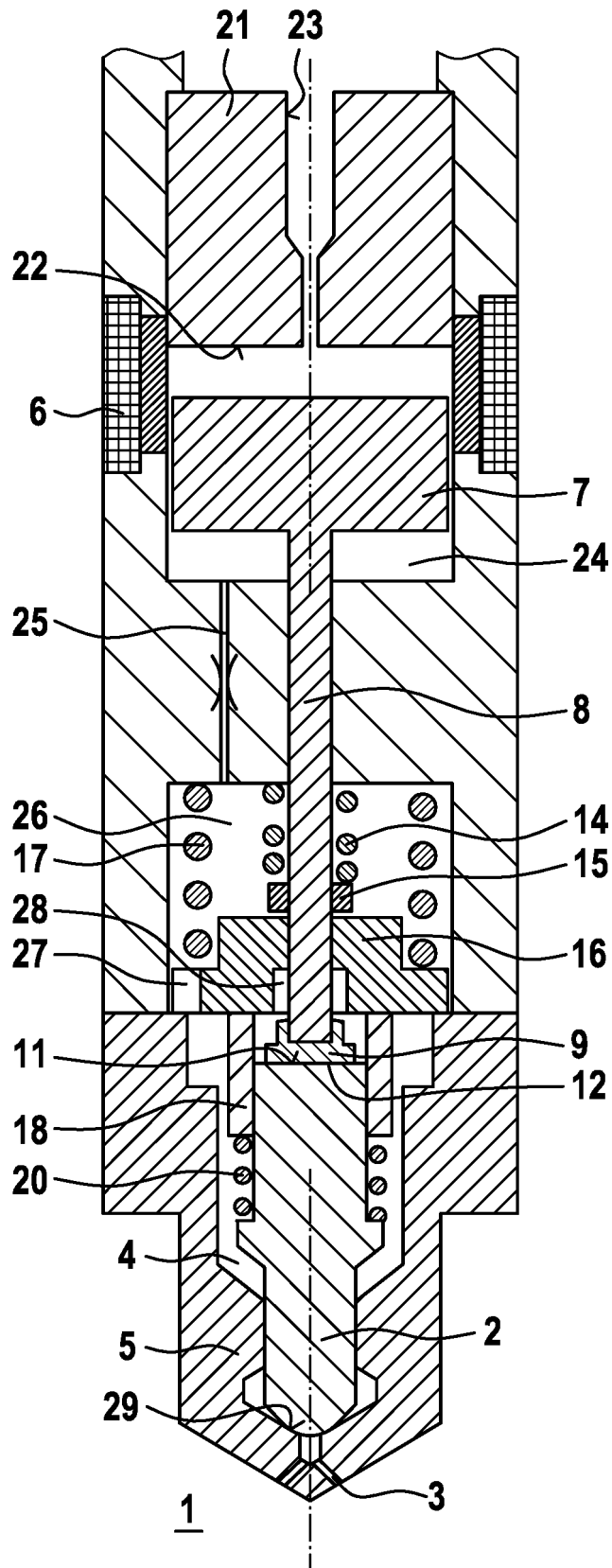
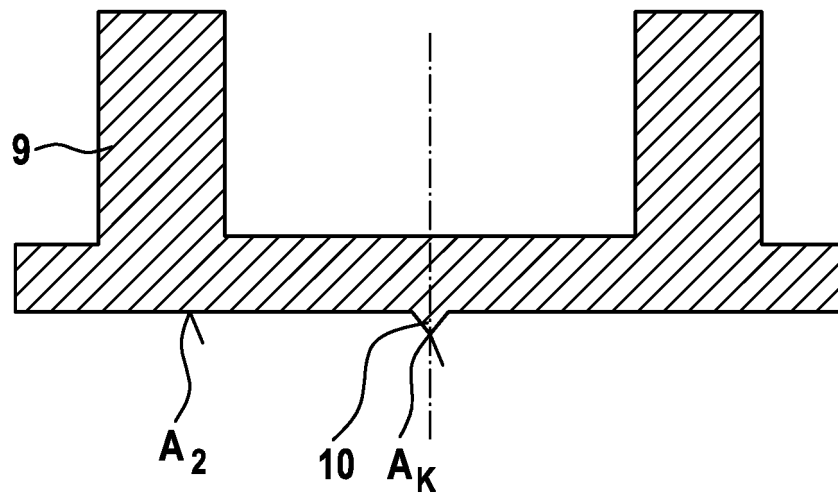


Fig. 6



**Fig. 7**



**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]
- DE 102013221534 A1 [0003]