

Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoff-Injektor, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der EP 1 612 403 A1 ist ein Common-Rail-Injektor mit einem in axialer Richtung druckausgeglichenen Steuerventil bekannt. Mittels des Steuerventils, das ein hülsenförmiges Steuerventilelement aufweist, kann der Kraftstoffdruck innerhalb einer von einem Einspritzventilelement stirnseitig begrenzten Steuerkammer beeinflusst werden. Durch die Variation des Kraftstoffdruckes innerhalb der Steuerkammer wird das Einspritzventilelement zwischen einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellt, wobei das Einspritzventilelement in seiner Öffnungsstellung den Kraftstofffluss in den Brennraum der Brennkraftmaschine freigibt. Das hülsenförmige Steuerventilelement ist mit einer Ankerplatte verbunden, die mit einem elektromagnetischen Aktuator zum axialen Verstellen des Steuerventilelementes zusammenwirkt. Zur Führung des hülsenförmigen Steuerventilelementes ist ein Führungsfortsatz vorgesehen, der einteilig mit einer Bodenplatte ausgebildet ist, an der ein mit dem Steuerventilelement zusammenwirkender Steuerventilsitz angeordnet ist. Nachteilig bei dem bekannten Kraftstoff-Injektor ist, dass die mit dem Steuerventilsitz zusammenwirkende Dichtfläche des Steuerventilelementes äußerst exakt angeschliffen und sehr präzise auf den Steuerventilelementsitz ausgerichtet werden muss, was die Fertigung aufwändig und damit teuer macht.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoff-Injektor mit einem hülsenförmigen Steuerventilelement vorzuschlagen, bei dem die Ansprüche an die Präzision der Dichtfläche und des Steuerventilelementsitzes bei Gewährleistung einer vollen Funktionalität minimiert sind.

Technische Lösung

[0004] Diese Aufgabe wird mit einem Kraftstoff-Injektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. In den Rahmen der Erfindung fallen sämtliche Kombinationen aus zumindest zwei von in der Beschreibung, den Ansprüchen und/oder den Figuren offenbarten Merkmalen.

[0005] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, das im Stand der Technik ortsfeste Steuerventilsitzelement relativ zur, insbesondere axialen, Verstellachse des Steuerventilelementes bewegbar anzuordnen. Hier-

durch kann sich das Steuerventilsitzelement selbst relativ zu dem hülsenförmigen Steuerventilelement ausrichten, wodurch je nach Bewegungsfreiheitsgrad des Steuerventilsitzelementes ggf. zwischen Steuerventilsitzelement und Steuerventilelement bestehende Koaxial- und/oder Winkelfehler ausgeglichen werden können. Aufgrund der Möglichkeit zur automatischen Ausrichtung des Steuerventilsitzelementes relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes können die Anforderungen an die Präzision der Dichtfläche und des Steuerventilsitzes minimiert werden, ohne dass funktionelle Einbußen hingenommen werden müssten. Insgesamt wird hierdurch ein kostengünstig herstellbarer, besonders robuster Kraftstoff-Injektor erhalten.

[0006] Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform des, vorzugsweise als 2/2-Wegeventil ausgebildeten, Steuerventils bzw. des Steuerventilelementes, bei der dieses in seiner Schließstellung in axialer Richtung druckausgeglichen ist. Dies kann bei einem hülsenförmigen Steuerventilelement auf einfache Weise dadurch realisiert werden, dass der Durchmesser der Dichtlinie, mit dem das Steuerventilsitzelement am Steuerventilsitz anliegt, dem axial beabstandeten, inneren Führungsdurchmesser des Steuerventilelementes entspricht. Eine derartige Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors eignet sich insbesondere zum Einsatz bei Rail-Drücken jenseits von 1800 bar. Die Realisierung einer axialen Druckausgeglichenheit ermöglicht daher den Einsatz kleinerer (leistungsschwächerer), insbesondere elektromagnetischer, Aktuatoren und Steuerschließfedern. Um die Gefahr von Prellern beim Schließen des Steuerventilelementes zu minimieren, kann auch eine Ausführungsform realisiert werden, bei der das Steuerventilelement nicht vollständig, sondern nur näherungsweise in axialer Richtung druckausgeglichen ist. Bevorzugt wird hierbei eine in Schließrichtung des Steuerventilsitzelementes wirkende Druckstufe realisiert. Hierzu ist der innere Führungsdurchmesser des Steuerventilelementes lediglich etwas größer zu wählen als der Durchmesser der Dichtlinie.

[0007] Zum Ausgleichen von Koaxialfehlern zwischen dem Steuerventilelement und dem Steuerventilsitzelement ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das Steuerventilsitzelement relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes verschiebbar angeordnet ist, vorzugsweise senkrecht zur Verstellachse des Steuerventilelementes. Zusätzlich oder alternativ zu einer verschiebbaren Anordnung des Steuerventilsitzelementes relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes ist, insbesondere zum Ausgleich von Winkelfehlern, eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das Steuerventilsitzelement relativ zur Verstellachse verschwenkbar und/oder abrollbar angeordnet ist, vorzugsweise in der Art eines Kugelgelenks.

[0008] Es ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors realisierbar, bei der sich das Steuerventilsitzelement, vorzugsweise in axialer Richtung, an einem Bauteil abstützt, das relativ zur Verstellachse des Steuerventil-

elementes ortsfest angeordnet ist. Hierdurch kann auf besonders einfache und effektive Weise eine relativ zur Verstellachse verschiebbare Anordnung des Steuerventilsitzelementes realisiert werden. Von besonderem Vorteil ist dabei eine Ausführungsform, bei der das Steuerventilsitzelement ausschließlich von dem Kraftstoff-Druck innerhalb des Kraftstoff-Injektors an dem Bauteil gehalten, d.h. gegen das Bauteil mit einer hydraulischen Kraft beaufschlagt ist.

[0009] Alternativ ist eine Ausführungsform des Kraftstoff-Injektors realisierbar, bei der das Bauteil, an dem sich das Steuerventilsitzelement, vorzugsweise in axialer Richtung, abstützt, selbst relativ zur Stellachse des Steuerventilelementes bewegbar ist. Dabei ist eine Ausführungsform besonders bevorzugt, bei der das Steuerventilsitzelement zu dem relativ zur Verstellachse beweglichen Bauteil verschwenkbar angeordnet ist und das Bauteil selbst zur Verstellachse des Steuerventilelementes verschiebbar angeordnet ist. Auch hierbei ist es von Vorteil, das Steuerventilelement ausschließlich durch Kraftstoff-Druck an dem Bauteil zu halten. Anders ausgedrückt eignet sich die beschriebene Ausführungsvariante mit zwei relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes beweglichen Bauelementen (Steuerventilelement + Bauteil) zur Realisierung einer automatischen Korrektur sowohl von Koaxial- als auch von Winkelfehlern.

[0010] Um eine besonders hohe Robustheit des Kraftstoff-Injektors, insbesondere gegenüber im Kraftstoff befindlichen Partikeln, zu realisieren, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der das Steuerventilsitzelement mindestens einen teilkugelförmigen Abschnitt aufweist, oder vollständig als Kugel ausgebildet ist. Bei einer Ausführungsform, bei der das Steuerventilsitzelement mindestens einen teilkugelförmigen Abschnitt aufweist, kann der teilkugelförmige Abschnitt dem Steuerventilsitz zugewandt sein und/oder ein teilkugelförmiger Abschnitt kann zum Abstützen des Steuerventilsitzes an einem Bauteil dienen, das entweder ortsfest relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes oder beweglich, vorzugsweise verschiebbar, zu dieser Verstellachse angeordnet ist.

[0011] Im Hinblick auf die geometrische Ausbildung des Steuerventilsitzes am Steuerventilsitzelement gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. So ist es möglich, den Steuerventilsitz teilkugelförmig auszubilden, wobei hierzu das Steuerventilsitzelement entweder vollständig als Kugel ausgebildet ist oder zumindest einen teilkugelförmigen, den Steuerventilsitz bildenden Abschnitt aufweist. Alternativ ist eine Ausführungsform des Steuerventilsitzelementes mit einem innenkegelförmigen, insbesondere einem innenkonusförmigen, Steuerventilsitz, oder mit einem außenkegelförmigen, insbesondere einem außenkonusförmigen, Steuerventilsitz realisierbar. Auch ein derartiger kegelförmiger Steuerventilsitz ist mit einem Steuerventilsitzelement kombinierbar, das einen teilkugelförmigen Abschnitt, insbesondere zum Abstützen des Steuerventilsitzelementes an einem benachbar-

ten Bauteil aufweist. Weiter alternativ ist es möglich, den Steuerventilsitz als Flachsitz am Steuerventilsitzelement auszubilden, wobei auch bei einer derartigen Ausführungsform das Steuerventilsitzelement, insbesondere zum Abstützen des Steuerventilsitzelementes an einem, insbesondere axialen Bauteil, einen teilkugelförmigen Abschnitt aufweisen kann.

[0012] Bei sämtlichen zuvor beschriebenen Steuerventilsitzelementvarianten dient der ggf. vorgesehene teilkugelförmige Abschnitt bevorzugt zur Realisierung einer verschwenkbaren Anordnung des Steuerventilsitzelementes relativ zur Verstellachse.

[0013] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform des Steuerventils, bei der das Steuerventilelement nach unten, d.h. in Richtung des Einspritzventilelementes öffnet. Zwar ist auch eine Ausführungsform mit nach oben öffnendem Steuerventilelement realisierbar - hier muss jedoch bei ansonsten üblicher Bauweise ein entsprechender langer Ablaufkanal vorgesehen werden, durch den Kraftstoff aus der Steuerkammer zum Steuerventilsitz strömen kann.

[0014] Insbesondere dann, wenn ein Führungsfortsatz zur Realisierung einer inneren Führung für das hülsenförmige Steuerventilelement an einer Drosselplatte ausgebildet ist, ist eine Ausführungsform bevorzugt, bei der die Verstellachse des Steuerventilelementes in axialer Richtung mit der Verstellachse des Einspritzventilelementes fluchtet. Es ist auch eine Ausführungsform realisierbar, bei der die Verstellachse des Steuerventilelementes und die Verstellachse des Einspritzventilelementes quer zur Längserstreckung der Verstellachsen versetzt zueinander angeordnet sind. Eine derartige Ausführungsform eignet sich zur Minimierung des Injektorbauvolumens insbesondere dann, wenn die den Führungsfortsatz zur Führung des Steuerventilsitzes aufweisende Bodenplatte von einer Drosselplatte, die die Ablaufdrossel und/oder die Zulaufdrossel für eine Steuerkammer aufweist, als separates Bauteil ausgebildet ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen. Diese zeigen in:

Fig. 1: eine ausschnittsweise, schematische Darstellung eines Kraftstoff-Injektors mit einem kugelförmigen Steuerventilsitzelement, das relativ zu einer Verstellachse eines hülsenförmigen Steuerventilelementes verschwenkbar ist, wobei sich das kugelförmige Steuerventilsitzelement an einem Bauteil in axialer Richtung abstützt, das quer relativ zur Verstellachse verschiebbar angeordnet ist,

Fig. 2: eine alternative Ausführungsform eines Kraftstoff-Injektors, bei dem eine Verstellachse des

Steuer- ventilelementes relativ zu einer Verstellachse des Einspritzventilelementes ver-
setzt angeordnet ist,

Fig. 3: eine vergrößerte Darstellung der Ausbildung und Anordnung eines Steuerventilsitzelementes gemäß den Fig. 1 und 2,

Fig. 4: eine alternative Ausführungsform eines Steuerventilsitzes, bei dem sich ein teilkugelförmiges Steuerventilsitzelement verschiebbar an einem ortsfest zur Verstellachse des Steuer-
ventilelementes angeordneten Bauteil ab-
stützt,

Fig. 5: eine alternative Ausführungsform eines relativ zur Verstellachse des Steuerventilelementes verschiebbaren Steuerventilsitzelementes mit einem innenkegelförmigen Steuerventilsitz,

Fig. 6: eine alternative Ausführungsform eines Steuerventilsitzelementes mit einem Flachsitz und einem kugelförmigen Abschnitt zur Realisierung einer Schwenkbewegung relativ zur Ver-
stellachse des Steuerventilelementes und

Fig. 7: eine alternative Ausführungsform eines Steuerventilsitzelementes mit einem außenkegelförmigen Steuerventilsitz.

Ausführungsformen der Erfindung

[0016] In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit der gleichen Funktion mit den gleichen Bezugs-
zeichen gekennzeichnet.

[0017] In Fig. 1 ist ein als Common-Rail-Injektor ausgebildeter Kraftstoff-Injektor 1 zum Einspritzen von Kraftstoff in einem nicht gezeigten Brennraum einer ebenfalls nicht gezeigten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Eine Hochdruckpumpe 2 fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter 3 in einen Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 (Rail). In diesem ist Kraftstoff, insbesondere Diesel oder Benzin, unter hohem Druck, von in diesem Ausführungsbeispiel etwa 2000 bar, gespeichert. An den Kraftstoff-Hochdruckspeicher 4 ist der Kraftstoff-Injektor 1 neben anderen, nicht gezeigten Injektoren über eine Versorgungsleitung 5 angeschlossen. Die Versorgungsleitung 5 mündet in einem Versorgungskanal 6, welcher wiederum in einen Druckraum 7 (Hochdruckbereich) des Kraftstoff-Injektors 1 mündet. Der in den Druckraum 7 einströmende Kraftstoff strömt bei einem Einspritzvorgang unmittelbar in den Brennraum der Brennkraftmaschine. Der Kraftstoff-Injektor 1 ist über einen Injektorrücklaufanschluss 8 an eine Rücklaufleitung 9 angeschlossen. Über die Rücklaufleitung 9 kann eine später noch zu erläuternde Steuer-
menge an Kraftstoff von dem Kraftstoff-Injektor 1 zu dem Vorratsbehälter 3 abfließen und von dort aus dem Hochdruckkreislauf wie-

der zugeführt werden.

[0018] Innerhalb eines Injektorkörpers 10 ist ein in diesem Ausführungsbeispiel einstückiges Einspritzventilelement 11, das bei Bedarf auch mehrteilig ausgeführt sein kann, in axialer Richtung verstellbar. Dabei ist das Einspritzventilelement 11 innerhalb eines axial zum Injektorkörper 10 benachbarten Düsenkörpers 12 an seinem Außenumfang geführt. Dieser nur ausschnittsweise dargestellte Düsenkörper 12 ist mittels einer nicht dargestellten Überwurfmutter mit dem Injektorkörper 10 verspannt.

[0019] Das Einspritzventilelement 11 weist an seiner Spitze 13 eine Schließfläche 14 (Dichtfläche) auf, mit welcher das Einspritzventilelement 11 in eine dichte Anlage an einen innerhalb des Düsenkörpers 12 ausgebildeten Einspritzventilelementsitz 15 anbringbar ist. Wenn das Einspritzventilelement 11 an seinem Einspritzventilelementsitz 15 anliegt, d.h. sich in einer Schließstellung befindet, ist der Kraftstoffaustritt aus einer Düsenlochanordnung 16 gesperrt. Ist es dagegen von seinem Einspritzventilelementsitz 15 abgehoben, kann Kraftstoff aus dem Druckraum 7 durch in einen Führungsabschnitt 17 am Außenumfang des Einspritzventilelementes 11 durch Anschlüsse gebildete Axialkanäle 18 in einen in der Zeichnungsebene unteren, radial zwischen dem Einspritzventilelement 11 und dem Düsenkörper 12 ausgebildeten Ringraum 19 an dem Einspritzventilelement 11 vorbei zur Düsenlochanordnung 16 strömen und dort im Wesentlichen unter Hochdruck (Rail-Druck) stehend in den Brennraum gespritzt werden.

[0020] Von einer oberen Stirnseite 20 des Einspritzventilelementes 11 und einem in der Zeichnungsebene unteren, hülsenförmigen Abschnitt 21 einer Drosselplatte 22 wird eine Steuerkammer 23 begrenzt, die über eine radial in dem hülsenförmigen Abschnitt der Drosselplatte 22 verlaufende Zulaufdrossel 24 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff aus dem Druckraum 7 versorgt wird. Der hülsenförmige Abschnitt 21 mit darin eingeschlossener Steuerkammer 23 ist radial außen von unter Hochdruck stehendem Kraftstoff umschlossen, so dass ein ringförmiger Führungsspalt 25 radial zwischen dem hülsenförmigen Abschnitt 21 und dem Einspritzventilelement 11 vergleichsweise kraftstoffdicht ist. Zur Erhöhung der Kraftstoff-Dichtheit des Führungsspalt 25 sind zwei in axialer Richtung beabstandete Ringnuten 26 am Außenumfang des Einspritzventilelementes 11 innerhalb des hülsenförmigen Abschnittes 21 vorgesehen.

[0021] Die Steuerkammer 23 ist über einen eine Ablaufdrossel 28 aufweisenden Ablaufkanal 27 mit einer Ventilkammer 29 verbunden. Die Ventilkammer 29 ist radial außen von einem hülsenförmigen Steuerventilelement 31 umgeben, das axial entlang einer Verstellachse 30 verstellbar ist. Dabei fluchtet die Verstellachse 30 des Steuerventilelementes 31 mit einer im Kraftstoff-Injektor 1 zentrischen Verstellachse des Einspritzventilelementes 11. Das hülsenförmige Steuerventilelement 31 ist Bestandteil eines in axialer Richtung druckausgeglichenen Steuerventils 32 (Servoventil). Aus der Ventilkammer 29

kann Kraftstoff in einen Niederdruckbereich 33 des Kraftstoff-Injektors 1 und von dort aus zu dem Injektorrücklaufanschluss 8 strömen, wenn das hülsenförmige Steuerventilelement 31, das in dem gezeigten Ausführungsbeispiel einstückig mit einer Ankerplatte 34 ausgebildet ist, von seinem kugelförmigen Steuerventilsitz 35 abgehoben, d.h. das Steuerventil 32 geöffnet ist. Zum Öffnen des Steuerventils 32 muss das hülsenförmige Steuerventilelement 31 in der Zeichnungsebene nach unten in Richtung auf das Einspritzventilelement 11 zu verstellt werden. Hierzu ist ein elektromagnetischer Aktuator 36 mit einem Elektromagnet 37 (Spule) vorgesehen, der mit der Ankerplatte 34 und in der Folge mit dem Steuerventilelement 31 bei entsprechender Bestromung zusammenwirkt. Der Aktuator 36, genauer der Elektromagnet 37, ist axial zwischen der Ankerplatte 34 und der Drosselplatte 22 angeordnet. Bei einer Bestromung des Aktuators 36 wird das hülsenförmige Steuerventilelement 31 in axialer Richtung in der Zeichnungsebene nach unten entlang der Verstellachse 30 in Richtung auf dem Einspritzventilelementsitz 15 zu verstellt und hebt dabei von seinem Steuerventilsitz 35 ab. Die Durchflussquerschnitte der Zulaufdrossel 24 und der Ablaufdrossel 28 sind dabei derart aufeinander abgestimmt, dass bei geöffnetem Steuerventil 32 ein Nettoabfluss von Kraftstoff (Kraftstoffsteuermenge) aus der Steuerkammer 23 über die Ventilkammer 29 in den Niederdruckbereich 33 des Kraftstoff-Injektors 1 und von dort aus über den Injektorrücklaufanschluss 8 und die Rücklaufleitung 9 in den Vorratsbehälter 3 resultiert. Hierdurch sinkt der Druck der Steuerkammer 23 rapide ab, wodurch das Einspritzventilelement 11 von seinem Einspritzventilelementsitz 15 abhebt, wodurch in der Folge Kraftstoff aus dem Druckraum 7 durch die Düsenlochanordnung 16 in den Brennraum ausströmen kann.

[0022] Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird die Bestromung des elektromagnetischen Aktuators 36 unterbrochen, wodurch das hülsenförmige Steuerventilelement 31 mittels einer Steuerfeder 38, die sich an der Ankerplatte 34 und an einem Ringelement 39, das auf der Drosselplatte 22 anliegt, abstützt, in der Zeichnungsebene nach oben auf ihren Steuerventilsitz 35 verstellt wird. Der durch die Zulaufdrossel 24 in die Steuerkammer 23 nachströmende Kraftstoff sorgt für eine schnelle Druckerhöhung in der Steuerkammer 23 und damit für eine auf das Einspritzventilelement 11 wirkende Schließkraft. Diese führt dazu, dass das Einspritzventilelement 11 in der Zeichnungsebene nach unten auf den Einspritzventilelementsitz 15 bewegt wird, wodurch der Einspritzvorgang beendet wird.

[0023] Einstückig mit der Drosselplatte 22 ist ein Führungsfortsatz 40 ausgebildet, welcher in axialer Richtung nach oben ragt. Der Ablaufkanal 27 aus der Steuerkammer 23 durchsetzt diesen Führungsfortsatz 40, in dem auch die Ablaufdrossel 28 angeordnet ist, zentrisch. Der Führungsfortsatz 40 erstreckt sich in das hülsenförmige Steuerventilelement 31 hinein und dient zu dessen Führung bei einer Verstellbewegung entlang der Verstellach-

se 30.

[0024] Der Steuerventilsitz 35 wird von einem Steuerventilsitzelement 41 gebildet, das in dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Kugel ausgebildet ist. Das kugelförmige Steuerventilsitzelement 41 stützt sich in axialer Richtung an einem Bauteil 42 ab, welches sich wiederum lose an einer Platte 43 abstützt, die wiederum in axialer Richtung lose an einem Schraubeinsatz 44 anliegt. Das Bauteil 42 weist dabei einen kalottenförmigen Abschnitt 45 auf. Dieser ist als teilkugelförmige Ausnehmung ausgebildet, wobei die teilkugelförmige Ausnehmung einen größeren Krümmungsradius aufweist, als der Krümmungsradius des kugelförmigen Steuerventilsitzelementes 41, um zu Ausrichtungszwecken ein Abrollen des Steuerventilsitzelementes 41 innerhalb des Abschnittes 45, d.h. innerhalb der Ausnehmung, relativ zur Verstellachse 30, zu ermöglichen.

[0025] Der Durchmesser der Platte 43 entspricht in etwa dem Durchmesser einer Bohrung 46 in einem Ventilelement 47, mit dem der Schraubeinsatz 44 verschraubt ist. Hierdurch ist keine seitliche Verstellung der Platte 43 innerhalb der Bohrung 46 möglich. Der Durchmesser des axial unmittelbar benachbart zu der Platte 43 angeordneten Bauteils 42 ist etwas geringer bemessen als der Durchmesser der Bohrung 46, so dass das Bauteil 42 mit seinem kalottenförmigen Abschnitt 45 relativ zur Verstellachse 30, und zwar senkrecht zu dieser, verschiebbar ist. Das Steuerventilsitzelement 41 wiederum kann innerhalb des Abschnittes 45 des Bauteils 42 abrollen. Durch die abrollbare Anordnung des Steuerventilsitzelementes 41 relativ zur Verstellachse 30 des Steuerventilelementes 31 können somit Winkelfehler zwischen dem Steuerventilelement 31 und dem Steuerventilsitzelement 41 mit seinem Steuerventilsitz 35 ausgeglichen werden. Durch die verschiebbare Anordnung des axial unmittelbar zu dem Steuerventilsitz 41 benachbarten Bauteils 42 quer zur Verstellachse 30 zusammen mit dem Steuerventilsitzelement 41 können zusätzlich Koaxialfehler zwischen dem Steuerventilsitzelement 41 und dem Steuerventilelement 31 ausgeglichen werden.

[0026] Bei der gezeigten Ausführungsform liegen sowohl das Steuerventilsitzelement 41, als auch das Bauteil 42 als auch die Platte 44 lose (axial verstellbar) innerhalb der Bohrung 46 eines Ventilelementes 47. Das Steuerventilsitzelement 41 wird im Betrieb von dem innerhalb des Ablaufkanals 27 befindlichen, unter hohem Druck stehenden Kraftstoff in axialer Richtung nach oben unmittelbar gegen das Bauteil 42 gedrückt, wodurch dieses wiederum unmittelbar in der Zeichnungsebene nach oben gegen die Platte 43 gedrückt wird, welche wiederum gegen den Schraubeinsatz 44 kraftbeaufschlagt wird.

[0027] Wie sich in Fig. 1 ergibt, ist das Ventilelement 47 mit dem Injektorkörper 10 verschraubt und verspannt den Aktuator 36 gegen die Drosselplatte 22, welcher sich in axialer Richtung an einer inneren Ringschulter 48 des Injektorkörpers 10 abstützt.

[0028] Eine stirnseitige Dichtfläche 49 (Ringlinie), mit der sich das Steuerventilelement 31 an dem Steuerven-

tilsitzelement 41 abstützt, ist innenkegelförmig ausgebildet, wobei eine nicht eingezeichnete, von der Dichtfläche 49 gebildete Dichtlinie zumindest näherungsweise den gleichen Durchmesser aufweist, wie der Führungsfortsatz 40 um somit eine Druckausgeglichenheit des Steuerventils 32 zu realisieren.

[0029] In Fig. 2 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel eines Kraftstoff-Injektors 1 gezeigt. Die Funktionsweise des Kraftstoff-Injektors 1 gemäß Fig. 2 entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise des Kraftstoff-Injektors 1 gemäß Fig. 1, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen im Folgenden im Wesentlichen die Unterschiede zu dem zuvor beschriebenen Kraftstoff-Injektor 1 dargelegt werden. Im Hinblick auf die Gemeinsamkeiten wird auf die vorhergehende Figurenbeschreibung sowie auf Fig. 1 verwiesen.

[0030] In Fig. 2 ist zu erkennen, dass die Verstellachse 30 des hülsenförmigen Steuerventilelementes 31 radial zu einer Einspritzventilelementverstellachse 50 versetzt angeordnet ist. Die in dem Druckraum 7 angeordnete Steuerkammer 23 wird radial außen von einem Hülsenbauteil 51 begrenzt, das sich in axialer Richtung an einer Drosselplatte 22 abstützt. Diese Drosselplatte 22 weist zusätzlich zu der Ablaufdrossel 28 die Zulaufdrossel 24 zur Versorgung der Steuerkammer 23 auf, wobei die Zulaufdrossel 24 alternativ auch als Radialkanal in dem Hülsenbauteil 51 angeordnet werden kann. Das Hülsenbauteil 51 wird mit Hilfe einer Schließfeder 52 in axialer Richtung in der Zeichnungsebene nach oben gegen die Drosselplatte 22 gepresst, wobei sich die Schließfeder 52 in axialer Richtung an einem Umfangsbund 53 des einstückigen Einspritzventilelementes 11 abstützt. Die Schließfeder 52 unterstützt dabei die Schließbewegung des Einspritzventilelementes 11.

[0031] Unmittelbar an der Drosselplatte 22 liegt axial eine Bodenplatte 54 an, innerhalb der sich der Ablaufkanal 27 in der Zeichnungsebene nach oben fortsetzt. Einstückig mit der Bodenplatte 54 ist der Führungsfortsatz 40 ausgebildet, der zur Führung des hülsenförmigen Steuerventilelementes 31 bei seiner Axialbewegung dient. Alternativ kann die Bodenplatte 54 auch als rotationssymmetrisches Bauteil ausgebildet werden, wobei dann die Verstellachse 30 des Steuerventilelementes 31 in axialer Richtung mit der Einspritzventilelementverstellachse 50 fluchtet.

[0032] Axial an die Bodenplatte 54 grenzt ein weiteres Plattenelement 55 unmittelbar an, das in einer Bohrung 56 den seitlich zur Längsmittelachse des Kraftstoff-Injektors 1 versetzten Aktuator 36 mit dem Elektromagnet 37 trägt. Ein endseitiger Düsenkörper 12 ist mittels einer Überwurfmutter 57 mit dem Injektorkörper 10 verschraubt, wobei mit Hilfe der Überwurfmutter 57 die Injektorbauerteile gegeneinander verspannt werden. Zu erkennen ist weiterhin, dass sich der Versorgungskanal 6 in axialer Richtung durch den Injektorkörper 10, durch das Plattenelement 55 und die Bodenplatte 54 bis zum Druckraum 7 fortsetzt.

[0033] Wie sich aus Fig. 2 weiter ergibt, stützt sich das

Einspritzventilelement 31 in axialer Richtung in der Zeichnungsebene nach oben an einem als Kugel ausgebildeten Steuerventilsitzelement 41 ab, welches relativ zur Verstellachse 30 innerhalb eines kalottenförmigen Abschnittes 45 eines axial benachbarten Bauteils 42 abrollbar ist. Das Bauteil 42 wiederum ist zusammen mit dem Steuerventilsitzelement 41 quer zur Verstellachse 30 des Steuerventilelementes 31 verschiebbar innerhalb einer Bohrung 46 im Injektorkörper 10 aufgenommen.

[0034] Im Folgenden werden anhand der Fig. 3 bis 7 unterschiedliche Anordnungen und Ausbildungen des Steuerventilsitzelementes 41 und der mit diesem zusammenwirkenden Bauteile beschrieben, wobei die Ausführungen unabhängig von der konkreten Kraftstoff-Injektorbauform (vgl. z.B. Fig. 1 oder Fig. 2) realisiert werden können.

[0035] In Fig. 3 ist eine vergrößerte Variante des in den Fig. 1 und 2 realisierten Steuerventilsitzelementes 41 gezeigt. Dieses ist als Kugel ausgeformt. Zu erkennen ist, dass der Durchmesser D_D einer stirnseitig am Steuerventilsitzelement 41 ausgebildeten Dichtfläche (Dichtlinie) dem Führungsdurchmesser D_F entspricht, an dem das Steuerventilelement 31 am Führungsfortsatz 40 geführt ist. Zu erkennen ist weiterhin, dass der Krümmungsradius des kugelförmigen Steuerventilsitzelementes 41 geringer ist als der Krümmungsradius der teilkugelförmigen Ausnehmung, die den kalottenförmigen Abschnitt 45 des relativ zur Verstellachse 30 verschiebbar angeordneten Bauteils 42 bildet.

[0036] In Fig. 4 ist das Steuerventilsitzelement 41 zumindest näherungsweise halbkugelförmig ausgebildet, wobei sich das Steuerventilsitzelement 41 mit einem Flachabschnitt 59 an einem Bauteil 42 abstützt, welches ortsfest relativ zur Verstellachse 30 angeordnet ist. Das Steuerventilsitzelement 41 ist relativ zur Verstellachse 30 entlang des Bauteils 42 verschiebbar angeordnet, so dass Koaxialfehler ausgeglichen werden können. Der Durchmesser D_D der Dichtfläche (Dichtlinie) entspricht auch in dem gezeigten Ausführungsbeispiel dem Führungsdurchmesser D_F . Wie sich weiterhin aus Fig. 4 ergibt, ist der Steuerventilsitz 35 teilkugelförmig ausgeformt.

[0037] In Fig. 5 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei der Steuerventilsitz 35 als innenkonusförmiger Innenkegel ausgeformt ist. Dabei ist der Kegelwinkel des Steuerventilsitzes 35 größer ist als der Kegelwinkel des stirnseitig an dem Steuerventilelement 31 ausgebildeten Kegels. Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist das Steuerventilsitzelement 41 quer zur Verstellachse 30, d.h. relativ zu dieser, entlang des Bauteils 42 verschiebbar angeordnet, wodurch Koaxialfehler ausgeglichen werden können.

[0038] In Fig. 6 ist wiederum ein teilkugelförmiges, zumindest näherungsweise halbkugelförmiges, Steuerventilsitzelement 41 vorgesehen, wobei bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Flachabschnitt 59 des Steuerventilsitzelementes 41 den als Flachsitz ausgebildeten Steuerventilsitz 35 bildet. Mit einem teilkugelförmigen

Abschnitt 60 ist das Steuerventilsitzelement 41 in einer innenkegelförmigen Ausnehmung 61 des Bauteils 42 aufgenommen. Mit der gezeigten Ausführungsvariante sind ausschließlich Winkelfehler korrigierbar, für den Fall, dass das Bauteil 42 ortsfest zur Verstellachse 30 angeordnet ist. Für den Fall, dass das Bauteil 42 relativ zur Verstellachse 30 verschiebbar angeordnet ist, können zusätzlich Koaxialfehler des Steuerventilelementes 31 relativ zu dem als Flachsitz ausgebildeten Steuerventilsitz 35 ausgeglichen werden.

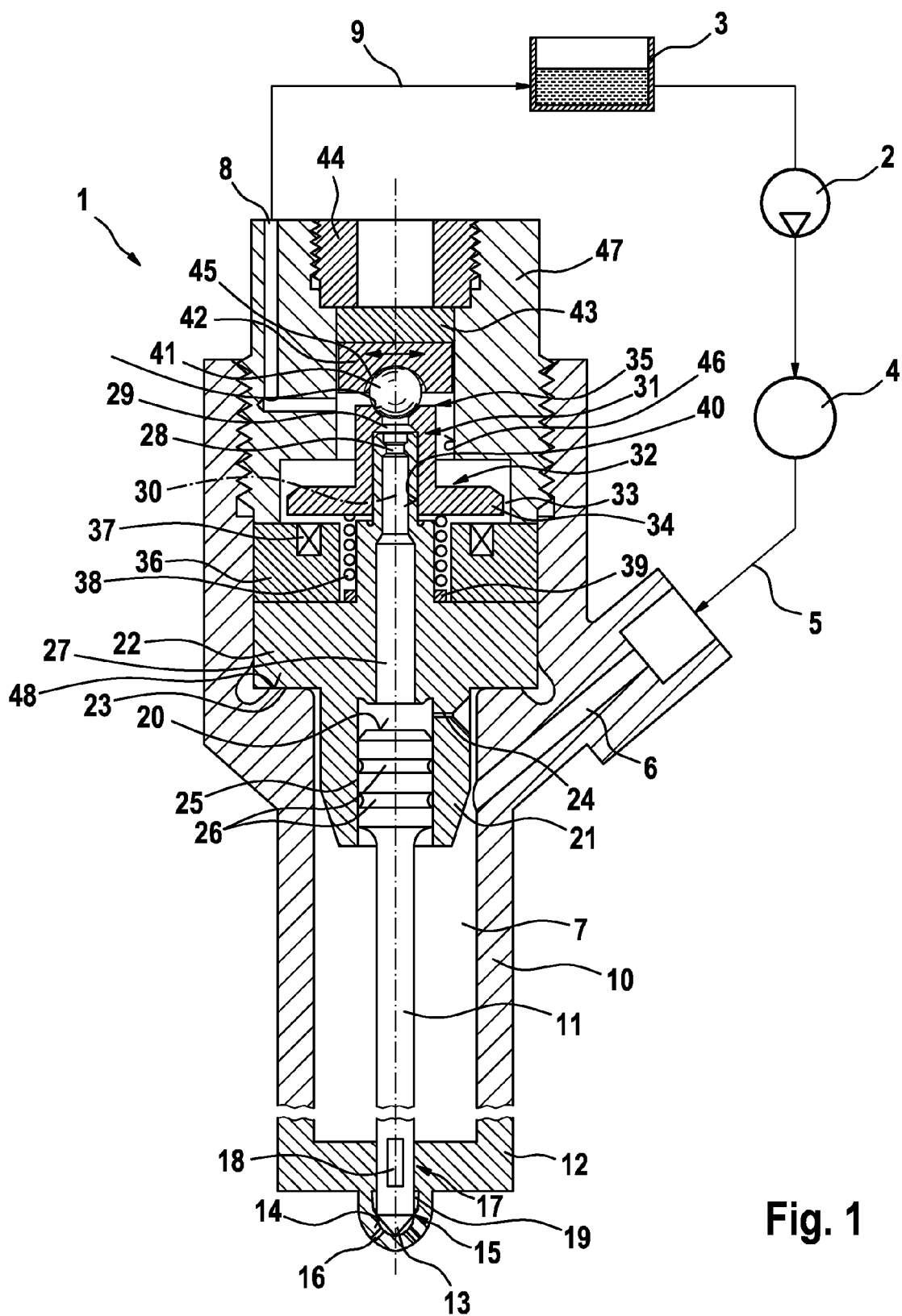
[0039] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 weist das quer zur Verstellachse 30 verstellbare Steuerventilsitzelement 41 einen als Außenkegel ausgebildeten Steuerventilsitz 35 auf. Auch hier entspricht der Durchmesser D_D der ringförmigen Dichtfläche (Dichtlinie) zumindest näherungsweise dem Führungsdurchmesser D_F , so dass ein in axialer Richtung druckausgeglichenes Steuerventil erhalten wird.

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Injektor, insbesondere Common-Rail-Injektor, zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einem zwischen einer Schließstellung und einer Öffnungsstellung verstellbaren Einspritzventilelement (11), das mittels eines Steuerventils (32) schaltbar ist, wobei das Steuerventil (32) ein hülsenförmiges, entlang einer Verstellachse (30) verstellbares, Steuerventilelement (31) aufweist, das in seiner Schließstellung dichtend an einem Steuerventilsitzelement (41) anliegt,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilsitzelement (41) relativ zur Verstellachse (30) des Steuerventilelementes (31) bewegbar angeordnet ist.
2. Kraftstoff-Injektor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilelement (31) in seiner Schließstellung, zumindest näherungsweise, in axialer Richtung druckausgeglichen ist.
3. Kraftstoff-Injektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilsitzelement (41), insbesondere quer zur Verstellachse (30), verschiebbar und/oder verschwenkbar und/oder abrollbar angeordnet ist.
4. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das Steuerventilsitzelement (41) an einem relativ zur Verstellachse (30) ortsfesten Bauteil (42) abstützt und relativ zu dem Bauteil (42) beweglich,

insbesondere verschiebbar, ist.

5. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das Steuerventilsitzelement (41) an einem relativ zur Verstellachse (30) beweglichen, insbesondere verschiebbaren, Bauteil (42) abstützt und relativ zu diesem Bauteil (42) beweglich, insbesondere verschwenkbar und/oder abrollbar, ist.
6. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilsitzelement (41) mindestens einen teilkugelförmigen Abschnitt (60) aufweist, oder als Kugel ausgebildet ist.
7. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventilsitzelement (41) einen teilkugelförmigen, oder einen innenkegelförmigen Steuerventilsitz (35), oder einen außenkegelförmigen Steuerventilsitz (35), oder einen als Flachsitz ausgebildeten Steuerventilsitz (35) aufweist.
8. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventil (32) derart angeordnet ist, dass das sich öffnende Steuerventilelement (31) in Richtung eines Einspritzventilelementes (11) bewegt.
9. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verstellachse (30) des Steuerventilelementes (31) seitlich zu einer Bewegungsachse des Einspritzventilelementes (11) versetzt angeordnet ist.
10. Kraftstoff-Injektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine einer Steuerkammer (23) zugeordnete Ablaufdrossel (28) und/oder eine der Steuerkammer (23) zugeordnete Zulaufdrossel (24) in einer Drosselplatte (22) angeordnet sind/ist, die als ein von einer einen Führungsstababschnitt für das Steuerventilelement (31) aufweisenden Bodenplatte (54) separates Bauelement ausgebildet ist.



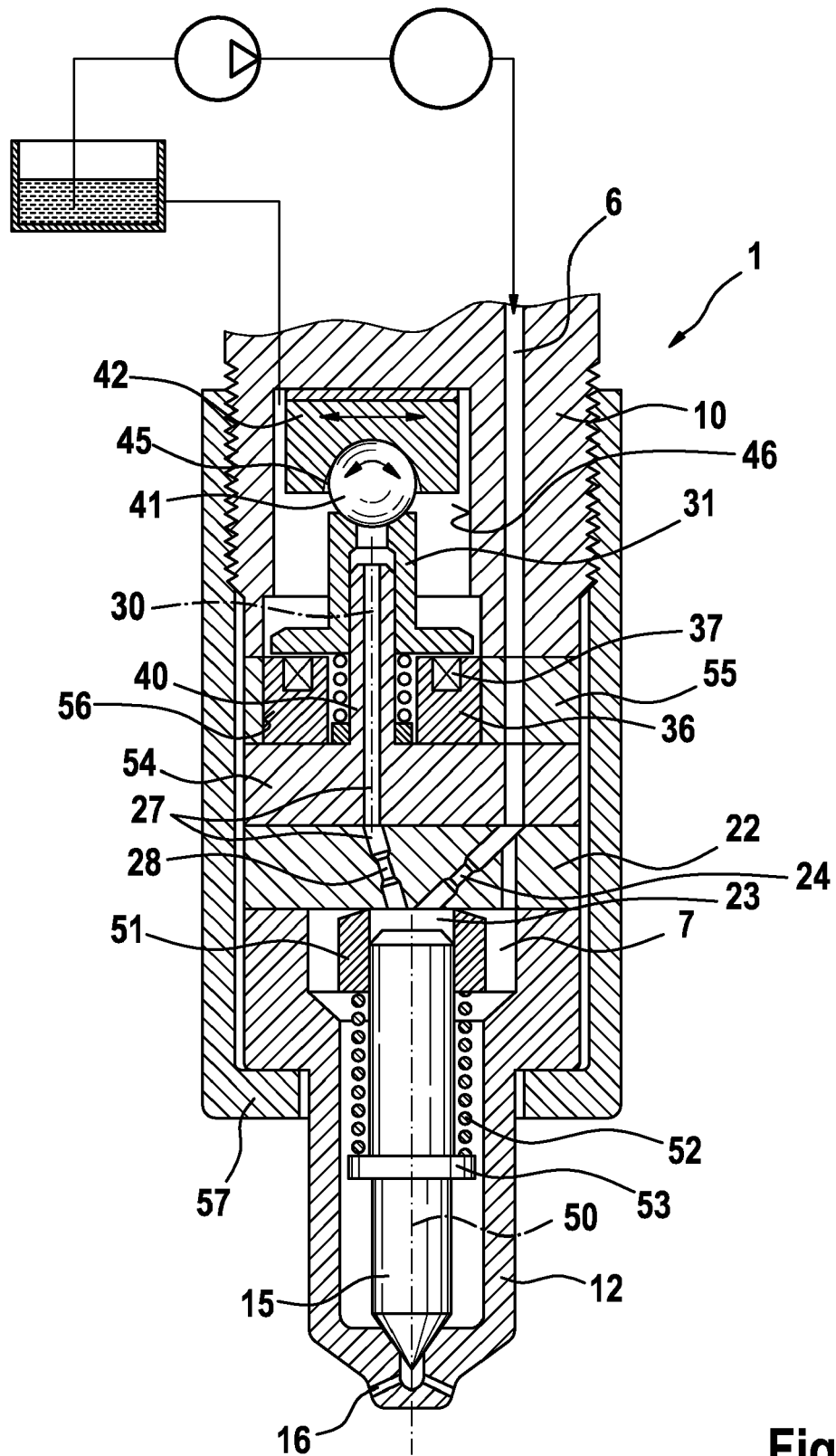


Fig. 2

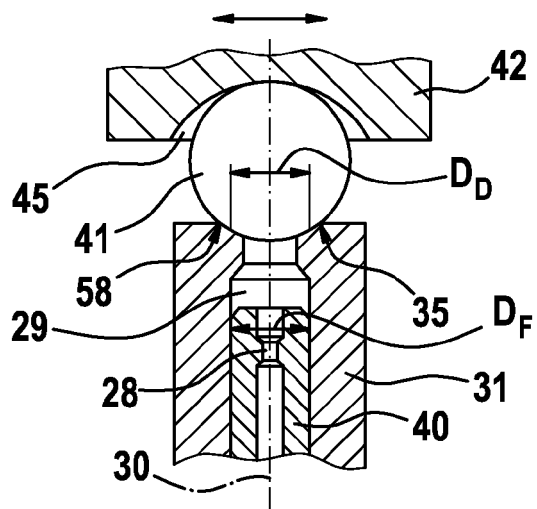


Fig. 3

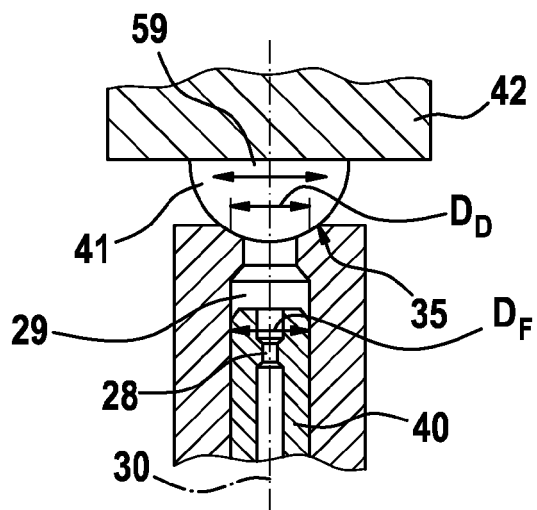


Fig. 4

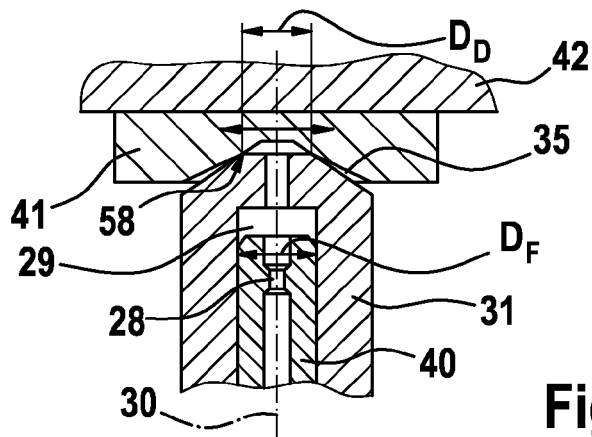
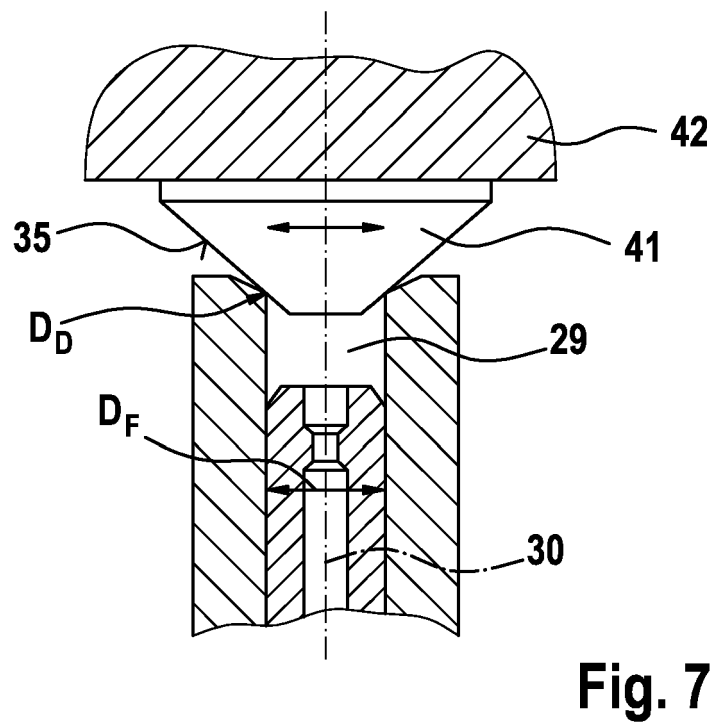
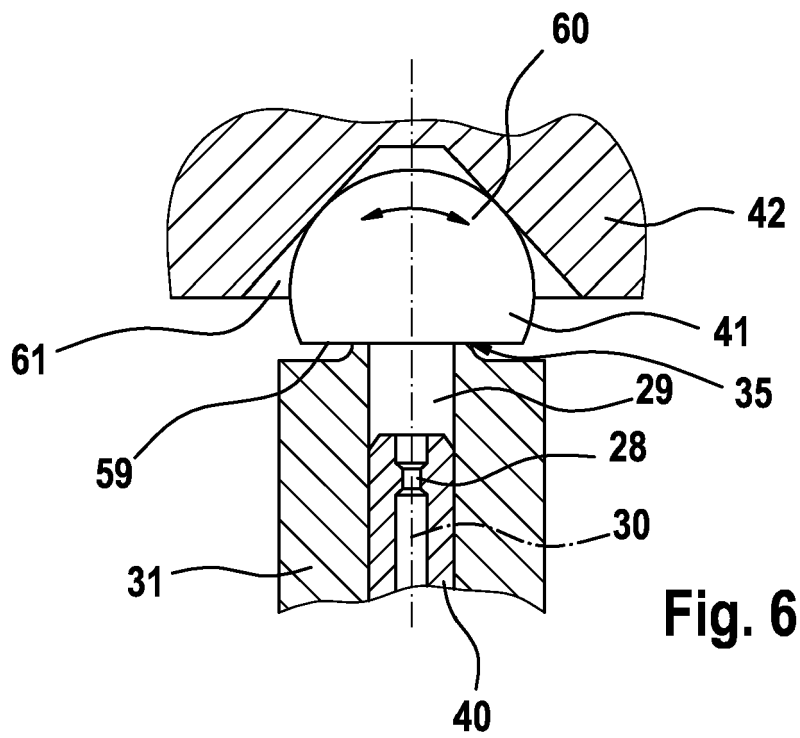


Fig. 5



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

- EP 1612403 A1 [0002]