



(11) **EP 1 558 843 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.03.2009 Patentblatt 2009/10**

(51) Int Cl.:  
**F02M 47/02 (2006.01) F02M 57/02 (2006.01)**  
**F02M 59/10 (2006.01) F02M 63/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **03809690.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2003/002174**

(22) Anmeldetag: **30.06.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2004/040117 (13.05.2004 Gazette 2004/20)**

(54) **KRAFTSTOFF-EINSPRITZEINRICHTUNG FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN**

**FUEL INJECTION SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

**SYSTEME D'INJECTION DE CARBURANT POUR MOTEURS A COMBUSTION INTERNE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES GB**

(72) Erfinder: **MAGEL, Hans-Christoph**  
**72793 Pfullingen (DE)**

(30) Priorität: **25.10.2002 DE 10249840**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A- 4 311 627 DE-A- 10 002 273**  
**DE-A- 19 939 428 DE-A- 19 952 512**  
**US-A- 4 979 674**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.08.2005 Patentblatt 2005/31**

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

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 010, no. 114 (M-473), 26. April 1986 (1986-04-26) & JP 60 243345 A (ISUZU JIDOSHA KK), 3. Dezember 1985 (1985-12-03)

**EP 1 558 843 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

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritz-Einrichtung nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

**[0002]** Eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs ist aus DE 199 39 428 A1 bekannt. Die Kraftstoff-Einspritzeinrichtung weist eine durch eine Kraftstoff-Hochdruckquelle mit Kraftstoff versorgbare Kraftstoff-Einspritzdüse auf, die mit einer beweglichen Düsennadel mit Düsenkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen versehen ist. Dem Düsenkolben ist ein Einspritzdüsen-Hochdruckraum und ein Einspritzdüsen-Steuerraum zugeordnet. Zwischen der Kraftstoff-Einspritzdüse und der Kraftstoff-Hochdruckquelle ist eine Druckübersetzungs-Einrichtung geschaltet, die einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweist, der einem Druckübersetzer-Arbeitsraum, einem Druckübersetzer-Steuerraum und einem Druckübersetzer-Hochdruckraum ausgesetzt ist. Zwischen dem Einspritzdüsen-Steuerraum des Düsenkolbens und dem Druckübersetzer-Hochdruckraum ist eine Füllverbindung mit einer Drossel geschaltet. Eine weitere Füllverbindung für den Druckübersetzer-Hochdruckraum ist zwischen Druckübersetzer-Arbeitsraum und Druckübersetzer-Hochdruckraum geschaltet, in die ein Rückschlagventil integriert ist. Das Rückschlagventil sperrt in Richtung des Druckübersetzer-Arbeitsraum. Durch eine Druckreduzierung im Druckübersetzer-Steuerraum infolge einer hydraulischen Verbindung mittels eines Schaltventil mit einem Niederdruck/Rücklaufsystem wird der Druckübersetzer-Kolben in Richtung Druckübersetzer-Hochdruckraum bewegt, wodurch sich der Druck im Druckübersetzer-Hochdruckraum erhöht. Der auf ein Vielfaches des angelegten Hochdrucks erhöhte Kraftstoffdruck wirkt auf den Einspritzdruckraum, so dass der die Düsennadel öffnet und Kraftstoff mit dem erhöhten Druck eingespritzt wird.

**[0003]** Eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen, bei der eine Füllverbindung eines Stellerraums bei geöffneter Kraftstoffeinspritzdüse verschlossen wird, ist aus EP 548916 A1 bekannt. Zum Verschließen der Füllverbindung dient eine Steuerstange, die zwischen dem Stellerraum und der Düsennadel angeordnet ist und mit der Düsennadel über einen hydraulischen Koppler in Wirkverbindung steht. Diese Kraftstoffeinspritz-Einrichtung arbeitet ohne eine interne Druckübersetzungs-Einrichtung.

**[0004]** Aus DE 4311627 A1 ist eine weitere Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen bekannt, bei der die Einspritzventile zur Erhöhung des Einspritzdruckes auf bis zu 2000 bar einen Druckverstärker aufweisen. In Folge der Hubbewegung eines Verstärkerkolbens vergrößert sich der Kraftstoffdruck in einem Einspritzdruckraum auf ein Vielfaches des angelegten Hochdruckes. Nach der Einspritzung von Kraftstoff aus

dem Einspritzdruckraum in einen Brennraum sinkt der Druck im Einspritzdruckraum aufgrund der Rückstellung des Verstärkerkolbens. Dadurch öffnet ein Rückschlagventil, so dass Kraftstoff mit dem angelegten Hochdruck in den Einspritzdruckraum einströmen kann (Wiederbefüllung). Die Integration eines solchen Rückschlagventils in eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung bedeutet jedoch einen erheblichen fertigungstechnischen Aufwand. Die Unterbringung des Rückschlagventils im vorhandenen Bauraum ist schwierig zu realisieren.

### Darstellung der Erfindung

**[0005]** Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzeinrichtung vermeidet die im Stand der Technik auftretenden Nachteile und ermöglicht es, mit einem reduzierten fertigungstechnischen Aufwand eine Wiederbefüllung des Druckverstärkers sicherzustellen. In vorteilhafter Weise ist die Unterbringung eines Rückschlagventils zu diesem Zweck bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung nicht mehr notwendig. Die Vorteile werden mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht.

**[0006]** Das Verschließen der beim Befüllen offenen Füllverbindung ist dabei an das Bewegen des Düsenkolbens in Öffnungsrichtung zum Freigeben der Einspritzöffnungen gekoppelt.

**[0007]** In der vorliegenden Erfindung ist dabei die Füllverbindung bei offener Kraftstoff-Einspritzdüse durch den Düsenkolben verschlossen.

**[0008]** Dadurch, dass der Düsenkolben die Füllverbindung bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse während der Kraftstoff-Einspritzung verschließt und bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse nach der Kraftstoff-Einspritzung wieder freigibt, wird zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraumes beim Rückstellen des Druckübersetzer-Kolbens kein Rückschlagventil benötigt.

**[0009]** Bei der Kraftstoffeinspritz-Einrichtung bewirkt eine Druckänderung in einem in der Druckübersetzungs-Einrichtung enthaltenen Druckübersetzer-Steuerraum und/oder in dem Druckübersetzer-Arbeitsraum eine Druckänderung im Druckübersetzer-Hochdruckraum. Der Druckübersetzer-Kolben verdichtet während der Kraftstoff-Einspritzung durch seinen Hub den Kraftstoff im Druckübersetzer-Hochdruckraum auf einen Einspritzhochdruck, der höher als der Kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Hochdruckquelle ist. Bei offener Kraftstoff-Einspritzdüse wird Kraftstoff unter Einspritzhochdruck durch die Einspritzöffnungen in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

**[0010]** In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Öffnen und Verschließen der Einspritzöffnungen über ein Steuerventil steuerbar. Dabei handelt es sich vorzugsweise um eine 3/2-Ventil. Das Steuerventil kann z. B. bei einem druckgesteuerten Kraftstoffinjektor das Öffnen und Verschließen der Einspritzöffnungen durch das Ansteuern der Druckübersetzungs-Einrichtung bewirken.

Zeichnung

**[0011]** Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

**[0012]** Es zeigt:

Figur 1 einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritz-einrichtung im Ruhezustand bzw. beim Rückstellen,

Figur 2 einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritz-einrichtung bei der Einspritzung,

Figur 3 eine erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritz-einrichtung in koaxialer Bauform und

Figur 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung im Ruhezustand bzw. beim Befüllen.

Ausführungsvarianten

**[0013]** Figur 1 zeigt einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung, die sich im Ruhezustand befindet bzw. beim Zurückstellen. Das System umfasst eine Kraftstoff Hochdruckquelle 1, beispielsweise einen Druckspeicher (Common-Rail), der durch eine Hochdruckpumpe auf bis zu 1600 bar verdichteten Kraftstoff speichert. Von der Kraftstoff Hochdruckquelle 1 wird der Kraftstoff über eine Hochdruckleitung 27 zu den Injektoren geleitet, die jeweils ein Steuerventil 14, eine Druckübersetzungs-Einrichtung 7 und eine Kraftstoff-Einspritzdüse 2 enthalten.

**[0014]** Das Steuerventil 14 ist in dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein 3/2-Ventil. In Figur 1 befindet sich das Steuerventil 14 in einer ersten Schaltstellung 15, bei der die Hochdruckleitung 27 zu einem Druckübersetzer-Steuerraum 12 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 hin geöffnet ist und eine zu einem nicht näher dargestellten Niederdrucksystem führende Niederdruckleitung 17 geschlossen ist. In der zweiten Schaltstellung 16 (nicht in Figur 1 dargestellt) verschließt das Steuerventil 14 die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und stellt eine Verbindung zwischen dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und der Niederdruckleitung 17 her. Das Steuerventil 14 kann z. B. Piezo- oder ein Magnetventil sein. Durch die Verwendung eines schnell schaltenden Piezoventils als Steuerventil können auch bei hohem Düsenöffnungsdruck kleine Einspritzmengen in definierter Weise und mit kleinen Mengentoleranzen in den Brennraum 25 der Brennkraftmaschine eingespritzt werden. Ferner ergeben sich aufgrund des schnellen Schaltvorgangs geringe Leckageverluste. Ferner kann das Steuerventil 14 als direkt gesteuertes Ventil oder als Servoventil ausgeführt sein.

**[0015]** Die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 enthält

einen Druckübersetzer-Kolben 8, der mittels einer Rückstellfeder 13 federnd gelagert ist. Der Druckübersetzer-Kolben 8 trennt einen Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 von einem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11, der über die Hochdruckleitung 27 an die Kraftstoff-Hochdruckquelle angeschlossen ist. Die zur Lagerung des Druckübersetzer-Kolbens 8 verwendete Rückstellfeder 13 ist in dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 angeordnet. Der Druckübersetzer-Kolben 8 lässt sich in zwei Bereiche einteilen, einen ersten (durchmessergrößeren) Druckübersetzer-Kolbenteilbereich 18 und einen zweiten (durchmesserkleineren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19. Die beiden Druckübersetzerkolben-Teilbereiche 18, 19 sind getrennte Bauteile, können aber auch fest miteinander verbunden oder als ein einziges Bauteil ausgeführt sein. Das Gehäuse 28 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 weist eine stufenförmige Verjüngung auf. Durch den ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 des in dem Gehäuse 28 verschiebbar angeordneten Druckübersetzer-Kolbens 8 wird der Innenraum der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 in zwei Bereiche aufgeteilt, die bis auf Leckageverluste flüssigkeitsdicht voneinander getrennt sind. Der eine Bereich ist der mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 über die Hochdruckleitung 27 verbundene Druckübersetzer-Arbeitsraum 11, der zweite Bereich weist die oben erwähnte, stufenförmige Verjüngung auf, in die der zweite Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 verschiebbar hineinragt. Dadurch wird der verjüngte Bereich flüssigkeitsdicht vom Rest des zweiten Bereichs abgegrenzt, so dass ein Druckübersetzer-Steuerraum 12 und ein Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 ausgebildet werden. Der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 ist über die Hochdruckleitung 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Der Druckübersetzer-Steuerraum 12 ist über das Steuerventil 14 entweder mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 (erste Schaltstellung 15) oder mit der Niederdruckleitung 17 (zweite Schaltstellung 16) verbindbar. Der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 ist über eine Einspritzhochdruckleitung 29 mit einem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 verbunden und mit einem in der Kraftstoff Einspritzdüse 2 enthaltenen Einspritzdüsen-Steuerraum 20 über eine Füllverbindung 10 verbindbar. In dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Füllverbindung 10 zwischen dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 angeordnet. Die Füllverbindung 10 enthält dabei vorzugsweise eine Drossel 23.

**[0016]** Die Kraftstoff-Einspritzdüse 2 umfasst einen Düsenkolben 3 und ragt mit ihren Einspritzöffnungen 6 in den Brennraum 25 eines Zylinders einer Brennkraftmaschine hinein. Der Düsenkolben 3 ist in zwei Bereiche einteilbar, den oberen (durchmessergrößeren) Düsenkolben-Teilbereich 4 und die (durchmesserkleinere) Düsenkolben-Teilbereich 4, wobei der obere Düsenkolben-Teilbereich 4 über eine Druckschulter 30 in die Düsenadel 5 übergeht. Im Bereich der Druckschulter 30 ist der Düsenkolben 3 von dem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 um-

geben.

**[0017]** Im Ruhezustand (Figur 1) ist das Steuerventil 14 nicht angesteuert (erste Schaltstellung 15) und es findet keine Einspritzung statt. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse 2 über das Steuerventil 14 (in einer ersten Schaltstellung 15) den Druckübersetzer-Steuerraum 12, den Einspritzdüsenraum 20 und die Füllverbindung 10 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Es liegt dann der Hochdruck der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 an folgenden Stellen an:

- in der Hochdruckleitung 27,
- im dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11,
- über die Hochdruck-Verbindungsleitung 31 an dem Steuerventil 14,
- über die erste Verbindungsleitung 32 im Druckübersetzer-Steuerraum 12,
- über die zweite Verbindungsleitung 33 im Einspritzdüsen-Steuerraum 20,
- über die Füllverbindung 10 im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und
- über die Einspritzhochdruckleitung 29 im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21.

**[0018]** Somit sind im Ruhezustand alle Druckräume (11, 12, 9) der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 mit Hochdruck beaufschlagt und der Druckübersetzer-Kolben 8 ist druckausgeglichen. Die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 ist deaktiviert und es findet keine Druckverstärkung statt. Über die Rückstellfeder 13 wird der Druckübersetzer-Kolben 8 in seiner Ausgangslage gehalten. Der Hochdruck im Einspritzdüsen-Steuerraum 20 bringt eine hydraulische Schließkraft auf den Düsenkolben 3 auf, die die Kraftstoff Einspritzdüse 2 zusammen mit der Schließkraft der Schließfeder 24 geschlossen hält. Diese beiden Kräfte sind zusammen größer als die in Öffnungsrichtung auf den Düsenkolben 3 im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 wirkende hydraulische Kraft, so dass die Einspritzöffnungen 6 trotz des ständig im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 1 anstehenden Hochdruckes durch die Düsennadel 50 verschlossen bleiben. Es findet folglich keine Einspritzung statt.

**[0019]** Figur 2 zeigt einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff Einspritzeinrichtung bei der Einspritzung.

**[0020]** Der Aufbau der in Figur 2 gezeigten Kraftstoff-Einspritzeinrichtung entspricht demjenigen in Figur 1. Die Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 25 wird eingeleitet durch die Aktivierung des 3/2-Wege-Steuerventils 14. Es wird von der ersten Schaltstellung 15 (Verbindung Druckübersetzer-Steuerraum 12 über die erste Verbindungsleitung 32, Hochdruck-Verbindungsleitung 31 und Hochdruckleitung 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1) in die zweite Schaltstellung 16 geschaltet. In der zweiten Schaltstellung 16 ist der Druckübersetzer-Steuerraum 12 mit der Niederdruckleitung 17 verbunden.

Es erfolgt somit eine Druckentlastung des Druckübersetzer-Steuerraums 12, wodurch die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 aktiviert wird. Gleichzeitig wird auch der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 druckentlastet.

**[0021]** Bei der in Figur 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 (auch während der Einspritzung) über eine Hochdruckleitung 27 mit dem in der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 enthaltenen Druckübersetzer-Arbeitsraum verbunden. Im Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 wirkt auf die grosse Kolbenfläche 35 des ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereichs 18 der Hochdruck aus der Kranstoff-Hochdruckquelle 1 in Verdichtungsrichtung 36. Entgegen der Verdichtungsrichtung 36 wirkt lediglich der Niederdruck im Druckübersetzer-Steuerraum 12, die Kraft der Rückstellfeder 13 und der Hochdruck im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9, der jedoch nur auf die kleine Kolbenfläche 37 wirkt. Die Kraft in Verdichtungsrichtung 36 überwiegt. Der Druckübersetzer-Kolben 8 bewegt sich daher in Verdichtungsrichtung 36 im Gehäuse 28 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 und verdichtet den Kraftstoff im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und erhöht damit auch den Druck im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21. Durch den Druckunterschied zwischen dem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 und dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 bewegt sich der Düsenkolben 3 in Öffnungsrichtung entgegen der Schließkraft der Schließfeder 24 und gibt die Einspritzöffnungen 6 frei. In den Brennraum 25 wird nun Kraftstoff 34 unter einem gegenüber dem Druck in der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 durch die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 erhöhten Druck eingespritzt.

**[0022]** Im geöffneten Zustand der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 ist die Füllverbindung 10 zwischen dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 durch den Düsenkolben 3 verschlossen. Dabei wirkt ein Ende des Düsenkolbens 3 mit dem Dichtsitz 26 zusammen. Während der Einspritzung kann folglich keine Verlustmenge aus dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die in der Füllverbindung 10 enthaltene Drossel 23 entweichen.

**[0023]** Solange der Druckübersetzer-Steuerraum 12 druckentlastet ist, bleibt die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 aktiviert und der Druckübersetzer-Kolben 8 verdichtet den Kraftstoff in dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9. Der verdichtete Kraftstoff wird zur Düsennadel 5 weitergeleitet und in den Brennraum 25 eingespritzt.

**[0024]** Zum Beenden der Einspritzung wird das Steuerventil wieder in die erste Schaltstellung 15 zurückgeschaltet (Figur 1), so dass der Druckübersetzer-Steuerraum 9 und der Einspritzdüsenraum 20 von der Niederdruckleitung 17 getrennt und mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden werden kann. In den Druckübersetzer-Steuerraum 9 baut sich dadurch wieder der Hochdruck auf. Im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 fällt der Druck auf den durch die Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 erzeugten Hochdruck ab. Der Druckübersetzer-Kolben 8 ist nun hydraulisch ausgeglichen.

**[0025]** Im Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 baut sich ebenfalls der Kraftstoff-Hochdruckquellen-Hochdruck auf, so dass auch der Düsenkolben 3 der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 hydraulisch ausgeglichen ist. Der Düsenkolben 3 wird dann durch die Kraft der Schließfeder 24 in Schließrichtung bewegt, bis die Einspritzöffnungen 6 durch die Düsennadel 5 verschlossen werden. Die Einspritzung ist beendet und die Füllverbindung 10 wird durch die Bewegung des Düsenkolbens 3 in Schließrichtung wieder freigegeben.

**[0026]** Nach dem Druckausgleich des Systems wird der Druckübersetzer-Kolben 8 durch die Kraft der Rückstellfeder 13 in Rückstellrichtung 38 bewegt, bis er in seine Ausgangslage zurückgestellt ist. Dabei wird der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die in der Füllverbindung 10 enthaltene Drossel 23 aus dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 wieder gefüllt. Die Befüllung erfolgt automatisch, ohne dass ein zusätzliches Rückschlagventil notwendig wäre.

**[0027]** Zur Stabilisierung der Schaltsequenzen können noch zusätzliche Maßnahmen zur Dämpfung von Schwingungen zwischen der Kraftstoff Hochdruckquelle 1 und dem Injektor getroffen werden. Dies kann z. B. durch eine optimierte Auslegung einer Drossel 22 in der Hochdruckleitung 27 erfolgen. Alternativ dazu kann an einer beliebigen Stelle der Zuleitung (27, 31, 32) ein (nicht dargestelltes) Drosselrückschlagventil eingesetzt werden.

**[0028]** Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Kraftstoff Einspritzeinrichtung in koaxialer Bauform.

**[0029]** Dabei die sind die Druckübersetzungs-Einrichtung und die Kraftstoff-Einspritzdüse koaxial zueinander in einem gemeinsamen Injektorgehäuse 39 angeordnet. In dem Injektorgehäuse 39 sind zwei relativ zueinander bewegliche Teile federnd gelagert: Ein Druckübersetzer-Kolben 8 und ein Düsenkolben 3. Der Druckübersetzer-Kolben 8 weist einen ersten (durchmessergrößeren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 und einen zweiten (durchmesserkleineren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 auf. Das Injektorgehäuse 39 weist ebenfalls eine stufenförmige Verjüngung 41 auf. Der (durchmessergrößere) erste Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 wird axial und weitgehend flüssigkeitsdicht vom durchmessergrößeren Teil des Injektorgehäuses 39 geführt. Der (durchmesserkleinere) zweite Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 befindet sich teilweise in dem durchmessergrößeren Teil des Injektorgehäuses 39 und taucht teilweise in den durchmesserkleineren Teil des Injektorgehäuses ein, wo er axial verschiebbar und weitgehend flüssigkeitsdicht geführt wird. Der durchmessergrößere erste Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 teil in dem Innenraum des Injektorgehäuses 39 den Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 und den Druckübersetzer-Steuerraum 12 ab. In dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 ist die dem durchmesserkleineren zweiten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 umgebende Rückstellfeder 13 angeordnet. Die Rückstellfeder 13 stützt sich einer-

seits im Bereich der stufenförmigen Verjüngung 41 des Injektorgehäuses 39 und andererseits an dem durchmessergrößeren ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 ab. Im Ruhezustand drückt sie den Druckübersetzer-Kolben 8 gegen ein in dem Injektorgehäuse 39 angeordnetes Begrenzungsselement 42 in seine Ruheposition. Der Druckübersetzer-Kolben 8 ist als Hohlkolben ausgebildet: Er enthält eine zentrale durchgängige Bohrung 43. Der Düsenkolben 3 wird in einem Führungsbereich 44 in dieser Bohrung 43 weitgehend flüssigkeitsdicht geführt.

**[0030]** Am Injektorgehäuse 39 ist im Bereich des Druckübersetzer-Arbeitsraumes 11 ein in Form eines Zylinders in die Bohrung 43 ragendes Druckstück 45 befestigt. Auf der dem Düsenkolben 3 zugewandten Seite weist das Druckstück 45 eine Verjüngung auf, auf die eine Schließfeder 24 aufgezogen ist. Die Schließfeder 24 stützt sich einerseits gegen das Druckstück 45 ab und drückt andererseits gegen das in die Bohrung 42 hineinragende Ende des Düsenkolbens 3. Zwischen dem Düsenkolben 3 und dem Druckstück 45 ist genügend Freiraum, um ein Abheben der Düsennadel 5 von den Einspritzöffnungen 6 entgegengesetzt zu der Kraft der Schließfeder 24 während eines Einspritzvorganges zu erlauben.

**[0031]** Die Schließfeder 24 ist in der Bohrung 43 von dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 umgeben. Bei der in Figur 3 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist somit der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 in dem als Hohlkolben ausgebildete Druckübersetzer-Kolben 8 angeordnet. Der Druckübersetzer-Kolben 3 enthält mindestens eine Öffnung 46, über die der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 ständig mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 verbunden ist, so dass in den beiden Räumen 12, 20 stets der Druck ausgeglichen wird.

**[0032]** Alternativ dazu könnte der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 statt mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 z.B. mit dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 verbunden sein. Dann wird der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 nicht gemeinsam mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 entlastet, sondern bleibt ständig auf dem Druckniveau des Arbeitsraumes 11. Dies wäre ebenfalls möglich, da im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 durch die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 ein höherer Druck aufgebaut wird und die Kraftstoff-Einspritzdüse 2 somit öffnet. Zur Verbindung des Einspritzdüsen-Steuerraumes 20 mit dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 könnte z.B. das Druckstück 45 im Durchmesser verkleinert werden, sodass es nicht mehr hochdruckdicht in dem Druckübersetzer-Kolben 8 geführt würde, sondern entlang des Druckstückes 45 eine Verbindung zwischen den beiden Räumen 20, 11 bestehen würde.

**[0033]** In der Anordnung gemäß Figur 3 fallen der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und der Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 gemäß Figuren 1 und 2 zusammen und werden von dem Hochdruckraum 47 gebildet. Die eine Drossel 23 enthaltende Füllverbindung 10 zwi-

schen dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und dem Hochdruckraum 47 verläuft bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in dem Düsenkolben 3.

**[0034]** Die Zumessung des Kraftstoffs in den Brennraum 25 erfolgt wiederum durch Aktivierung des 3/2-Wege-Steuerventils 14. Dadurch wird der Druckübersetzer-Steuerraum 12 über die Verbindungsleitung 32 mit der Niederdruckleitung 17 verbunden und somit druckentlastet. Dies aktiviert die Druckübersetzungs-Einrichtung und der Kraftstoff wird im Hochdruckraum 47 durch den Druckübersetzer-Kolben 3 verdichtet. Der verdichtete Kraftstoff wird entlang der Düsenadel 5 weitergeleitet. Der Düsenkolben 3 gibt schließlich in Folge der steigenden öffnenden Druckkraft im Hochdruckraum 47 die Einspritzöffnungen 6 frei und der Kraftstoff wird in den Brennraum 25 eingespritzt. Bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse liegt der Düsenkolben 3 mit dem Dichtsitz 26 an dem Druckstück 45 an und verschließt so die Füllverbindung 10 flüssigkeitsdicht. So kann kein komprimierter Kraftstoff von dem Hochdruckraum 47 in den Einspritzdüsen-Steuerraum 20 zurückfließen.

**[0035]** Zum Beenden der Einspritzung wird durch das Steuerventil 14 der Druckübersetzer-Steuerraum 12 wieder mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Dadurch baut sich in dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und über die Öffnung 46 in dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 der von der Kraftstoff-Hochdruckquelle erzeugte Kraftstoff Hochdruck auf. Der Druck im Hochdruckraum 47 fällt auf den Kraftstoff-Hochdruckquellen-Hochdruck ab, woraufhin der Druckübersetzer-Kolben 8 hydraulisch ausgeglichen ist, ebenso wie der Düsenkolben 3. Durch die Kraft der Federn 13, 24 werden beide Kolben 3, 8 in ihrer Ruheposition bewegt. Die Düsenadel verschließt die Einspritzöffnungen 6 und der Düsenkolben 3 hebt den Dichtsitz 26 von dem Druckstück 45 ab. Somit wird die Füllverbindung 10 geöffnet, so dass der Hochdruckraum 47 über die Füllverbindung 10 und weitere Räume 20, 12 und Verbindungen 46, 32, 31, 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden ist. So wird der Hochdruckraum 47 beim Rückstellen des Druckübersetzer-Kolbens 8 über die Füllverbindung 10 befüllt.

**[0036]** Durch das Zusammenlegen von Druckübersetzer-Hochdruckraum und Einspritzdüsen-Hochdruckraum, den als Hohlkolben ausgeführten Druckübersetzer-Kolben und die in dem Düsenkolben enthaltene Füllverbindung lässt sich bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise eine besonders kompakte Konstruktion der Kraftstoff-Einspritzeinrichtung erreichen.

**[0037]** Figur 4 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung im Ruhezustand bzw. beim Befüllen.

**[0038]** Im Ruhezustand (keine Einspritzung) befindet sich das Steuerventil 14 in einer ersten Schaltstellung 15, in der es den Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit der Niederdruckleitung 17 verbindet. Der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 sowie der im Ruhezustand damit

über die Füllverbindung 10 verbundene Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und der Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 sind über eine zweite Niederdruckleitung 48 mit einem nicht weiter dargestellten Niederdruckbereich verbunden, ebenso wie der Druckübersetzer-Steuerraum 12 über eine dritte Niederdruckleitung 49. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind also bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse 2 der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die Füllverbindung 10 und über den Einspritzdüsen-Steuerraum 20, der Druckübersetzer-Steuerraum 12 und der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit mindestens einer Niederdruckleitung 17, 48, 49 verbunden. Somit ist sowohl der Druckübersetzer-Kolben 8 als auch der Düsenkolben 3 im Ruhezustand hydraulisch ausgeglichen und beide Kolben 8, 3 werden durch die zugeordnete Feder 13, 24 in ihrer Ruheposition gehalten. Die Einspritzöffnungen 6 sind zum Brennraum 25 hin durch die Düsenadel 5 verschlossen.

**[0039]** Zur Einspritzung wird das Steuerventil 14 von der ersten Schaltstellung 15 in die zweite Schaltstellung 16 geschaltet. In der zweiten Schaltstellung 16 ist der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. In dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 baut sich der von der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 erzeugte Druck auf. Der Druckübersetzer-Kolben 8 bewegt sich dadurch in Verdichtungsrichtung und verdichtet den Kraftstoff im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 auf übersetzten Druck. Dieser wird in den Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 weitergeleitet. Der Düsenkolben 3 bewegt sich durch die so erzeugte Druckkraft in Öffnungsrichtung und gibt die Einspritzöffnungen 6 frei. Gleichzeitig wird die Füllverbindung 10 vom Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 zum Einspritzdüsen-Steuerraum 20 durch den Düsenkolben 3 verschlossen. So entsteht keine Verlustmenge während der Einspritzung.

**[0040]** Zum Beenden des Einspritzvorganges wird das Steuerventil 14 in die erste Schaltstellung 15 zurückgeschaltet. Der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 ist dann wieder mit der Niederdruckleitung 17 verbunden. Im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 stellt sich ebenfalls der Niederdruck ein und folglich auch im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21. Daher schließt die Düsenadel 5 und der Düsenkolben 3 gibt die Füllverbindung 10 frei. Der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 wird beim Rückstellen 38 des Druckübersetzer-Kolben 8 über die Füllverbindung 10 aus dem Niederdrucksystem befüllt. Die Füllverbindung 10 kann bei Bedarf eine Drossel 23 enthalten.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0041]**

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | Kraftstoff-Hochdruckquelle |
| 2 | Kraftstoff-Einspritzdüse   |
| 3 | Düsenkolben                |

4	oberer Düsenkolben-Teilbereich	
5	Düsenadel	
6	Einspritzöffnungen	
7	Druckübersetzungs-Einrichtung	
8	Druckübersetzer-Kolben	5
9	Druckübersetzer-Hochdruckraum	
10	Füllverbindung	
11	Druckübersetzer-Arbeitsraum	
12	Druckübersetzer-Steuerraum	
13	Rückstellfeder	10
14	Steuerventil	
15	erste Schaltstellung	
16	zweite Schaltstellung	
17	Niederdruckleitung	
18	erster Druckübersetzerkolben-Teilbereich	15
19	zweiter Druckübersetzerkolben-Teilbereich	
20	Einspritzdüsen-Steuerraum	
21	Einspritzdüsen-Hochdruckraum	
22	erste Drossel	
23	zweite Drossel	20
24	Schließfeder	
25	Brennraum	
26	Dichtsitz	
27	Hochdruckleitung	
28	Gehäuse der Druckübersetzungs-Einrichtung	25
29	Einspritzhochdruckleitung	
30	Druckschulter	
31	Hochdruck-Verbindungsleitung	
32	erste Verbindungsleitung	
33	zweite Verbindungsleitung	30
34	eingespritzter Kraftstoff	
35	große Kolbenfläche	
36	Verdichtungsrichtung	
37	kleine Kolbenfläche	
38	Rückstellrichtung	35
39	Injektorgehäuse	
41	stufenförmige Verjüngung	
42	Begrenzungselement	
43	Bohrung	40
44	Führungsbereich	
45	Druckstück	
46	Öffnung	
47	Hochdruckraum	
48	zweite Niederdruckleitung	45
49	dritte Niederdruckleitung	

### Patentansprüche

1. Kraftstoff- Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer durch eine Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) mit Kraftstoff versorgbaren Kraftstoff-Einspritzdüse (2), die einen beweglichen Düsenkolben (3) zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen (6), einen Einspritzdüsen-Hochdruckraum (21) und einen Einspritzdüsen-Steuerraum (20) aufweist, wobei zwischen die Kraftstoff-Einspritzdüse

(2) und die Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) eine Druckübersetzungs-Einrichtung (7) geschaltet ist, die einen beweglichen Druckübersetzer-Kolben (8), einen Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) und einen Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) aufweist, wobei eine Füllverbindung (10) zwischen dem Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) und dem Einspritzdüsen-Steuerraum (20) angeordnet ist, die bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraums (9) offen ist, wobei eine Druckänderung in einem in der Druckübersetzungs-Einrichtung (7) enthaltenen Druckübersetzer-Steuerraum (12) und/oder in dem Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) eine Druckänderung im Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) bewirkt, und wobei die Füllverbindung (10) eine Drossel (23) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllverbindung (10) bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse (2) durch das Zusammenwirken der den Einspritzöffnungen (6) abgewandten Stirnseite des Düsenkolbens (3) mit einem Dichtsitz (26) oder durch das Zusammenwirken eines an der den Einspritzöffnungen (6) abgewandten Stirnseite des Düsenkolbens (3) ausgebildeten Dichtsitzes (26) mit einem Druckstück (45) verschlossen ist.

2. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Öffnen und Verschliessen der Einspritzöffnungen (6) über ein Steuerventil (14) steuerbar ist.

3. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) während der Einspritzung über eine Hochdruckleitung (27) mit dem in der Druckübersetzungs-Einrichtung (7) enthaltenen Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) verbunden ist.

4. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Dichtsitz (26) an dem Düsenkolben (3) ausgebildet ist, der zum Verschließen der Füllverbindung (10) mit einem Druckstück (45) zusammenwirkt.

5. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllverbindung (10) in dem Düsenkolben (3) ausgebildet ist.

6. Kraftstoff Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einspritzdüsen-Steuerraum (20) in dem als Hohlkolben ausgebildeten Druckübersetzer-Kolben (8) angeordnet ist.

7. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) über ein Steuerventil (14), den Druckübersetzer-Steuerraum (12), den Ein-

spritzdüsen-Steuerraum (20) und die Füllverbindung (10) mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) verbunden ist.

8. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei sich öffnender und offener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) der Druckübersetzer-Steuerraum (12) und der Einspritzdüsen-Steuerraum (20) mit einer Niederdruckleitung (17) verbunden sind.
9. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) der Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) über die Füllverbindung (10) und über den Einspritzdüsen-Steuerraum (20), der Druckübersetzer-Steuerraum (12) und der Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) mit mindestens einer Niederdruckleitung (17, 48, 49) verbunden sind.

### Claims

1. Fuel injection device for internal combustion engines, having a fuel injection nozzle (2) which can be supplied with fuel by means of a high-pressure fuel source (1), which fuel injection nozzle (2) has a movable nozzle piston (3) for opening and closing injection openings (6), and which fuel injection nozzle (2) has an injection nozzle high-pressure chamber (21) and an injection nozzle control chamber (20), with a pressure boosting device (7) being connected between the fuel injection nozzle (2) and the high-pressure fuel source (1), which pressure boosting device (7) has a movable pressure booster piston (8), a pressure booster working chamber (11) and a pressure booster high-pressure chamber (9), with a filling connection (10) being arranged between the pressure booster high-pressure chamber (9) and the injection nozzle control chamber (20), which filling connection (10) is open, in order to fill the pressure booster high-pressure chamber (9), when the fuel injection nozzle (2) is closed, with a pressure change in a pressure booster control chamber (12) which is contained in the pressure boosting device (7), and/or in the pressure booster working chamber (11), bringing about a pressure change in the pressure booster high-pressure chamber (9), and with the filling connection (10) having a throttle (23), **characterized in that**, when the fuel injection nozzle (2) is open, the filling connection (10) is closed by the interaction of that end side of the nozzle piston (3) which faces away from the injection openings (6) with a sealing seat (26), or by the interaction of a sealing seat (26), which is formed on that end side of the nozzle piston (3) which faces away from the injection openings (6), with a pressure piece (45).

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the opening and closing of the injection openings (6) can be controlled by means of a control valve (14).
3. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that**, during the injection, the high-pressure fuel source (1) is connected by means of a high-pressure line (27) to the pressure booster working chamber (11) which is contained in the pressure boosting device (7).
4. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** a sealing seat (26) is formed on the nozzle piston (3), which sealing seat (26) interacts with a pressure piece (45) in order to close the filling connection (10).
5. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the filling connection (10) is formed in the nozzle piston (3).
6. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the injection nozzle control chamber (20) is arranged in the pressure booster piston (8) which is formed as a hollow piston.
7. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that**, when the fuel injection nozzle (2) is closed, the pressure booster high-pressure chamber (9) is connected via a control valve (14), the pressure booster control chamber (12), the injection nozzle control chamber (20) and the filling connection (10) to the high-pressure fuel source (1).
8. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that**, as the fuel injection nozzle (2) is opening and when the fuel injection nozzle (2) is open, the pressure booster control chamber (12) and the injection nozzle control chamber (20) are connected to a low-pressure line (17).
9. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that**, when the fuel injection nozzle (2) is closed, the pressure booster high-pressure chamber (9) is connected, via the filling connection (10) and via the injection nozzle control chamber (20), and the pressure booster control chamber (12) and the pressure booster working chamber (11) are connected, to at least one low-pressure line (17, 48, 49).

### Revendications

1. Système d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne, comprenant une buse d'injection de carburant (2) pouvant être alimentée en carburant par une source de carburant haute pression

- (1), qui présente un piston de buse mobile (3) pour ouvrir et fermer des ouvertures d'injection (6), un espace haute pression (21) de buse d'injection et un espace de commande (20) de buse d'injection, un dispositif amplificateur de pression (7) étant monté entre la buse d'injection de carburant (2) et la source de carburant haute pression (1), lequel présente un piston amplificateur de pression déplaçable (8), un espace de travail (11) de l'amplificateur de pression et un espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression, une connexion de remplissage (10) étant disposée entre l'espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression et l'espace de commande (20) de buse d'injection, laquelle, lorsque la buse d'injection de carburant (2) est fermée, est ouverte pour permettre le remplissage de l'espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression, une variation de pression dans un espace de commande (12) de l'amplificateur de pression contenu dans le dispositif amplificateur de pression (7), et/ou dans l'espace de travail (11) de l'amplificateur de pression, provoquant une variation de pression dans l'espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression, et la connexion de remplissage (10) présentant un étranglement (23), **caractérisé en ce que** la connexion de remplissage (10), lorsque la buse d'injection de carburant (2) est ouverte, est fermée par la coopération du côté frontal du piston de buse (3) détourné des ouvertures d'injection (6) avec un siège d'étanchéité (26) ou par la coopération d'un siège d'étanchéité (26) réalisé du côté frontal du piston de buse (3) détourné des ouvertures d'injection (6) avec un élément de pression (45).
2. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ouverture et la fermeture des ouvertures d'injection (6) peuvent être commandées par une soupape de commande (14).
3. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la source de carburant haute pression (1), pendant l'injection, est connectée par le biais d'une conduite haute pression (27) à l'espace de travail (11) de l'amplificateur de pression contenu dans le dispositif amplificateur de pression (7).
4. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** un siège d'étanchéité (26) est réalisé sur le piston de buse (3) qui coopère avec un élément de pression (45) pour fermer la connexion de remplissage (10).
5. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la connexion de remplissage (10) est réalisée dans le piston de buse (3).
6. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace de commande (20) de buse d'injection est disposé dans le piston amplificateur de pression (8) réalisé sous forme de piston creux.
7. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression, lorsque la buse d'injection de carburant (2) est fermée, est connecté par le biais d'une soupape de commande (14), de l'espace de commande (12) de l'amplificateur de pression, de l'espace de commande (20) de buse d'injection et de la connexion de remplissage (10) à la source de carburant haute pression (1).
8. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lorsque la buse d'injection de carburant (2) s'ouvre et est ouverte, l'espace de commande (12) de l'amplificateur de pression et l'espace de commande (20) de buse d'injection sont connectés à une conduite basse pression (17).
9. Dispositif d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lorsque la buse d'injection de carburant (2) est fermée, l'espace haute pression (9) de l'amplificateur de pression, par le biais de la connexion de remplissage (10) et par le biais de l'espace de commande (20) de buse d'injection, l'espace de commande (12) de l'amplificateur de pression et l'espace de travail (11) de l'amplificateur de pression sont connectés à au moins une conduite basse pression (17, 48, 49).

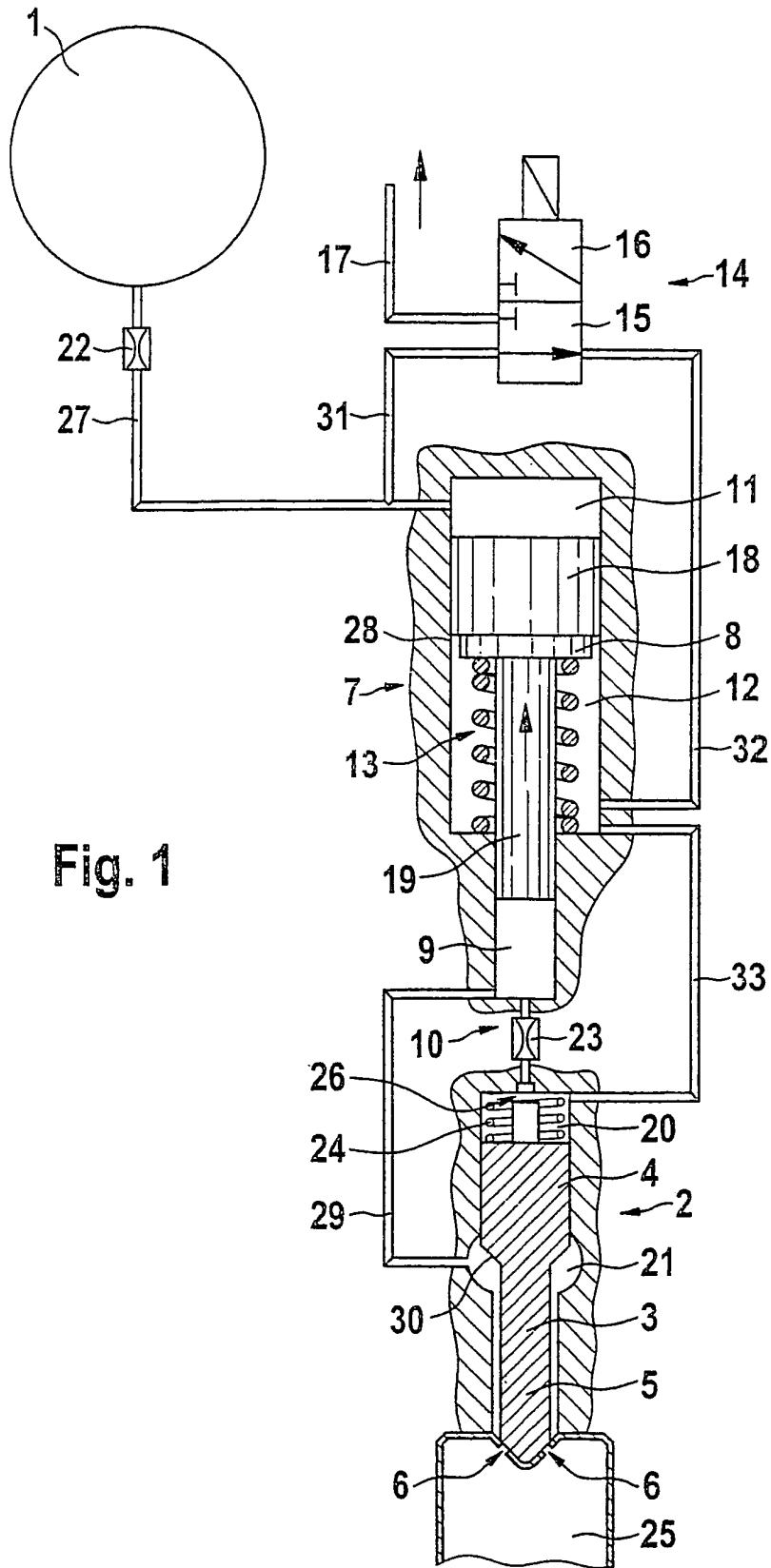


Fig. 1



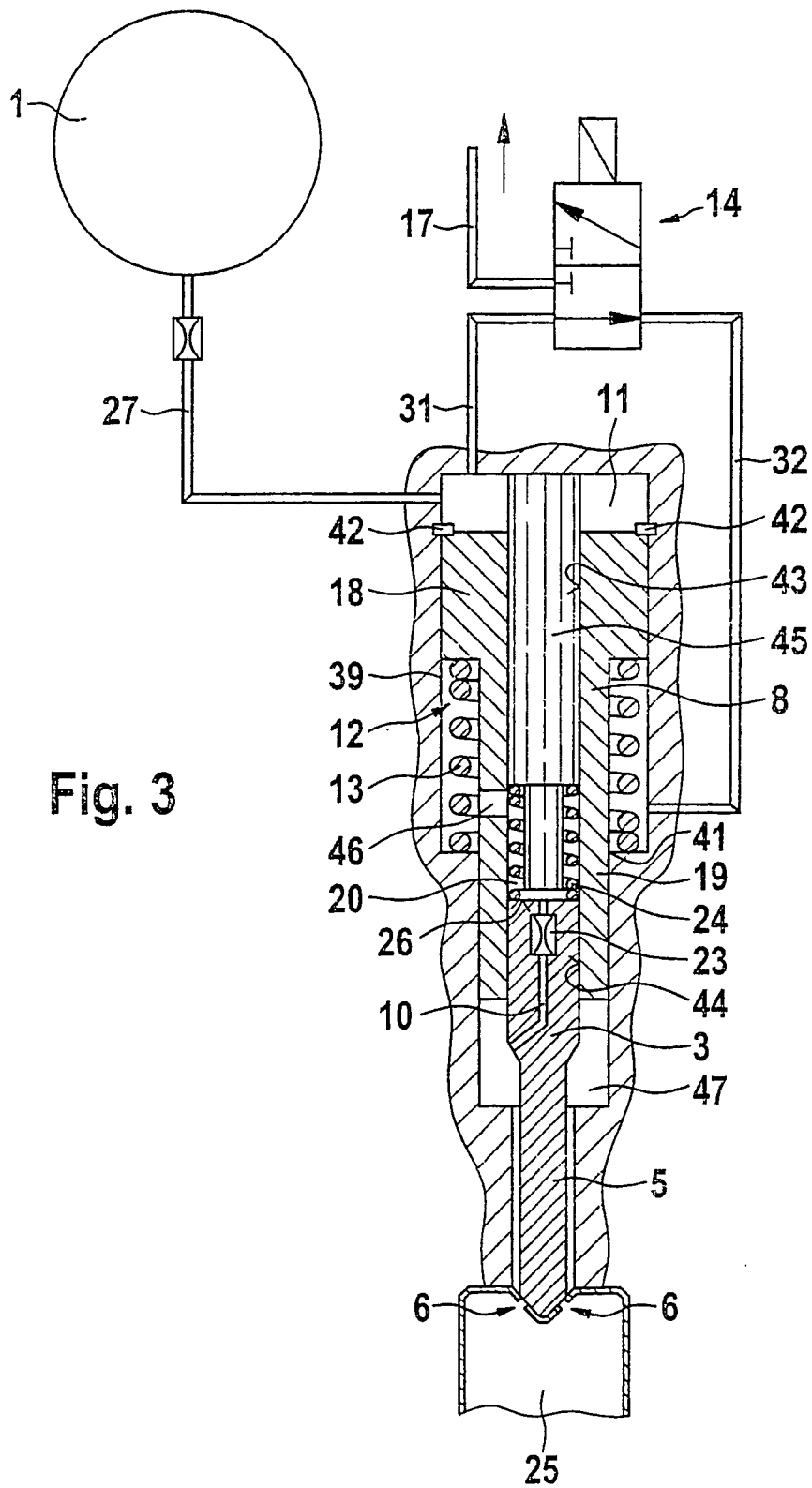


Fig. 3

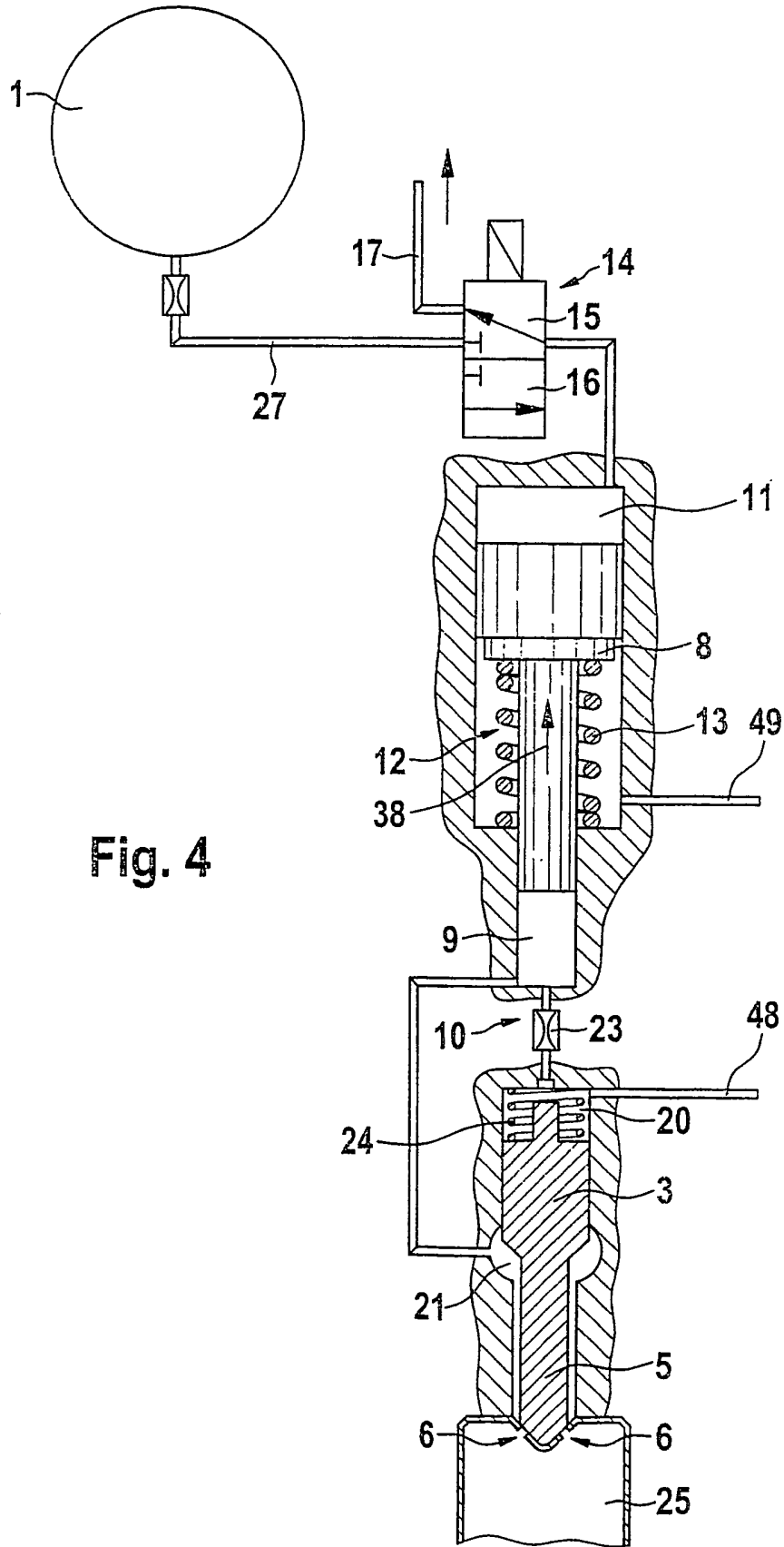


Fig. 4

**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 19939428 A1 [0002]
- EP 548916 A1 [0003]
- DE 4311627 A1 [0004]