

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113582 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001758
(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2012 (20.04.2012)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 000 872.1
22. Februar 2011 (22.02.2011) DE

- (72) Erfinder; und
(71) Anmelder : **MERTENS, Jochen** [BE/DE];
Schönbuchstrasse 29, 72074 Tübingen (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

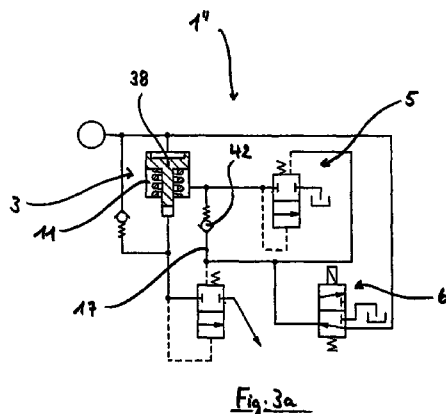
Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)
— das Anmeldedatum der internationalen Anmeldung ist innerhalb von zwei Monaten nach Ablauf der Prioritätsfrist (Regel 26bis.3)

WO 2012/113582 A2

(54) Title: DEVICE FOR INJECTING A FUEL

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR EINSPRITZUNG EINES KRAFTSTOFFS



(57) Abstract: The invention relates to a device for injecting a fuel into a combustion chamber of an internal combustion engine, having a pressure source (2), a pressure booster (3), an injection nozzle (4), a first valve (5) by means of which a pressure in a differential chamber (11) of the pressure booster (3) can be lowered, a second valve (6) by means of which the differential chamber (11) can be filled with fuel at the first pressure level of the pressure source (2), and a control chamber (13) of the first valve (5), which control chamber can be activated by the second valve (6). To increase an efficiency of a device of said type and to permit short switching times, it is proposed according to the invention that all of the lines (line (43), line (50), outflow cross section (35)) leading to the first valve (5) can at least intermittently be separated from the pressure source (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Vorrichtung zur Einspritzung eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit einer Druckquelle (2), einem Druckverstärker (3), einer Einspritzdüse (4), einem ersten Ventil (5), mit dem ein Druck in einem Differenzraum (11) des Druckverstärkers (3) absenkbar

ist, einem zweiten Ventil (6) über das der Differenzraum (11) mit Kraftstoff des ersten Druckniveaus der Druckquelle (2) befüllbar ist und einem Steuerraum (13) des ersten Ventils (5), der von dem zweiten Ventil (6) ansteuerbar ist. Um einen Wirkungsgrad einer derartigen Einrichtung zu erhöhen und geringe Schaltzeiten ermöglichen zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass alle zu dem ersten Ventil (5) führenden Leitungen (Leitung (43), Leitung (50), Abflussquerschnitt (35)) zumindest zeitweise von der Druckquelle (2) trennbar sind.

Vorrichtung zur Einspritzung eines Kraftstoffs

Beschreibung

Einleitung

- Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einspritzung eines Kraftstoffs in einen
5 Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit
- a) einer Druckquelle zur Bereitstellung von Kraftstoff, der sich auf einem ersten Druckniveau befindet,
 - b) einem Druckverstärker zur Erhöhung des Kraftstoffdruckes vom ersten Druckniveau auf ein zweites Druckniveau,
 - 10 c) einer Einspritzdüse mit einer Düsennadel, die einen Düsenraum begrenzt, der mit Kraftstoff des zweiten Druckniveaus über eine erste Leitung befüllbar ist,
 - d) einem ersten Ventil, mit dem ein Druck in einem Differenzraum des Druckverstärkers absenkbar ist,
 - e) einem zweiten Ventil über das der Differenzraum mit Kraftstoff des ersten Druck-
15 niveaus der Druckquelle befüllbar ist,
 - f) einem Steuerraum des ersten Ventils, der von dem zweiten Ventil ansteuerbar ist.

Stand der Technik

Vorrichtungen zur Einspritzung eines Kraftstoffs der vorgenannten Art sind hinlänglich bekannt und deren Einsatz ist unter anderem für das Gebiet der so genannten
20 Common-Rail Technik vorgesehen.

Üblicherweise wird der Differenzdruckraum des Druckverstärkers in einem druckübersetzten Kraftstoffinjektor über ein 3/2-Ventil angesteuert, welches meistens als Servoventil ausgelegt ist. Das 3/2-Ventil hat die Doppelaufgabe einerseits den Differenzdruckraum des Druckverstärkers mit der Druckquelle oder andererseits mit dem
25 Rücklauf zu verbinden, so dass die Druckverstärkung deaktiviert oder aktiviert ist. Die DE103 35 340 A1 zeigt ein solches 3/2-Ventil, welches dort über ein 2/2-Ventil hydraulisch angesteuert wird. Der Steuerraum des 3/2-Ventils ist über eine Leitung

Leitung und eine Zulaufdrossel permanent mit der Druckquelle verbunden und über eine zweite Leitung und eine Ablaufdrossel durch das Öffnen des 2/2-Ventils mit dem Rücklauf verbindbar. Es stellt sich ein Druck im Steuerraum ein, der abhängig ist von der Auslegung der Zu- und Ablaufdrossel und klein genug ist, damit die

- 5 Öffnungskräfte am 3/2-Ventilkörper überwiegen und dieses somit öffnet. Während der Aktivierung des 3/2-Ventils gibt es wegen der offenen Verbindung des Rails mit dem Rücklauf über die beiden Drosseln Wirkungsgradverluste. Während des Schaltvorgangs des 3/2-Ventils gibt es zusätzliche Verluste, da es zwischen den beiden Schaltpositionen ebenso einen Kurzschluss zwischen Rail und Rücklauf gibt.
- 10 In den Schriften DE 100 63 545 C1 und DE 10 2005 055 451 A1 wird die sonst übliche Doppelaufgabe des 3/2-Ventil aufgegeben, so dass bei diesem Konzept dieses Ventil nur noch die Aufgabe der Druckentlastung des Differenzdruckraumes in den Rücklauf zu erfüllen hat, während die Rückbefüllung über andere Lösungen erfolgt, weshalb das Ventil nun vorzugsweise als 2/2-Ventil auslegbar ist, und das
- 15 2/2-Ventil gezielt für große Strömungsquerschnitte ausgelegt werden kann.

In der DE 10 2005 055 451 A1 wird dieses Konzept in der Untervariante Fig. 8 dargestellt. Dort wird über ein kleines 3/2-Ventil der Druckverstärker nach seinem Arbeitsgang wieder befüllt, da für die Rückbefüllung fast der gesamte Arbeitszyklus des Motorzylinder zur Verfügung steht. Zusätzlich werden das große 2/2-Ventil und

20 auch die Einspritzdüse über das kleine 3/2-Ventil hydraulisch angesteuert.

Die DE 100 63 545 C1 nutzt hingegen den dieses Konzept nur dazu, um mit einem kleineren zweiten Ventil das große 2/2-Ventil und auch die Einspritzdüse anzusteuern, während hier jedoch der Druckverstärker über eine permanente Verbindung mit dem Rail beziehungsweise der Druckquelle wieder befüllt wird. Die

25 permanente Verbindung mit dem Rail hat jedoch große Wirkungsgradverluste, da während der gesamten Druckverstärkung ein Kurzschluss zwischen Rail und Rücklauf besteht.

In der bereits zitierten Denso-Anmeldung DE 10 2005 055 451 A1, die in den USA und Japan als Patent erteilt ist, wird zum Öffnen des 2/2-Ventils dessen unterer

30 Steuerraum 18d und somit die untere Stirnseite des Ventilkörpers 18b über ein zweites Ventil 5 mit dem Rücklauf 38 verbunden, weshalb die schließend wirkende Druckkraft an der unteren Stirnseite entsprechend nachlässt. Oberhalb der oberen

Stirnseite des Ventilkörpers befindet sich ein zweiter Steuerraum, der über die Leitung 47 permanent mit Kraftstoff aus der Druckquelle verbunden ist, weshalb dort permanent eine sehr große öffnend wirkende Druckkraft auf den Ventilkörper wirkt, die nun das 2/2-Ventil entgegen einer Federkraft 18c öffnet.

- 5 Aufgrund der großen hydraulischen Öffnungskraft ist der Öffnungsdruck des 2/2-Ventils sehr hoch und eine Verzögerung zum Öffnungszeitpunkt der Einspritzdüse fehlt, weil der Öffnungsdruck der Einspritzdüse zu nahe oder sogar noch über dem Öffnungsdruck des 2/2-Ventils liegt.

- 10 In der Schrift soll die Drossel 49 in der Steuerleitung 48 eine Verzögerung des Öffnungszeitpunktes des 2/2-Ventils im Vergleich zur Einspritzdüse bereitstellen, was zum Ziel hat eine Einspritzung von Kleinstmengen noch vor dem Beginn der Druckübersetzung durchzuführen. Jedoch kann die Drossel in der Hauptsache nur die Bewegung des Ventilkörpers drosseln, jedoch nicht dessen Öffnungszeitpunkt hinausögern, weil eine Drosselwirkung der Lehre nach erst stattfindet, wenn diese
- 15 auch tatsächlich durchströmt wird. Der hohe Öffnungsdruck des 2/2-Ventils ist hierbei hinderlich zur Ausnutzung von Speicherwirkungen des Kraftstoffes oder der Bauteile.

Um Kleinstmengen zu ermöglichen muss somit die Drucksteigerung langsamer stattfinden, was jedoch zum Nachteil für eine angelagerte Nacheinspritzung ist, weil diese einen möglichst schnellen Druckanstieg benötigt.

- 20 Wegen der großen hydraulischen Öffnungskraft muss die Drossel 49 sehr klein ausgelegt sein, damit die Bewegung des Ventilkörpers und die Drucksteigerung entsprechend langsam verlaufen.

- Diese Drossel wirkt dann beim Schließen des 2/2-Ventils ebenso verlangsamernd auf die Schließbewegung, was sehr nachteilig bezüglich einer schnellen Beendigung der
- 25 Druckverstärkung und Einspritzung ist. Zudem gibt es bei einem langsamen Schließen einen entsprechend längeren Kurzschluss zwischen Druckquelle und Rücklauf, weil das geschlossene 3/2-Ventil Kraftstoff in den Differenzdruckraum (11) fördert, während das 2/2-Ventil noch in der Schließphase ist. Im Übrigen ist der sehr langsame Schließverlauf des ersten Ventils im ersten Diagramm der Fig. 7
- 30 ersichtlich.

Das Schließen ist dort noch wesentlich langsamer als das Öffnen ersichtlich, weil bei geschlossenem 3/2- und 2/2-Ventil der Ventilkörper des 2/2-Ventils druckausgeglichen ist und somit an allen Flächen des Ventilkörpers der gleiche Druck anliegt. Dies hat zur Folge, dass keine hydraulisch erzeugte Schließkraft vorhanden ist, was in ähnlicher Weise auch schon während des Schließvorgang bemerkbar ist, weil beim Druckanstieg im Differenzraum der Ventilkörper mehr und mehr einem druckausgeglichen Zustand nahe kommt und somit Richtung Ende der Druckverstärkung fast nur über die Federkraft 18c schließt. Die Federkraft ist jedoch wesentlich geringer ist als die große hydraulische Öffnungskraft bei offenem 3/2-Ventil und erzeugt daher auch weniger Durchfluss an der Drossel als die Öffnungskraft, was sich im Hubverlauf des Ventils widerspiegelt.

Die DE102006000384 zeigt ein ähnliches Konzept, wobei in Figur 12 beide Ventile als 3/2-Ventile ausgelegt sind. Die oben beschriebene Problematik bezüglich der Ansteuerung bleibt jedoch die gleiche. Hier kommen nun noch zusätzlich Schaltverluste hinzu.

Die deutsche Patentschrift DE 100 63 545 C1 zeigt in Fig.3 ähnlich wie die DE 10 2005 055 451 A1 eine Verwendung eines ersten Ventils 19 als 2/2-Ventils zur Druckentlastung des Differenzraumes und die Verwendung eines zweiten Ventils 22 zwecks Druckentlastung des Steuerraumes des ersten Ventils. In der DE103 35 340 A1 wurde bereits das Ansteuerungskonzept des 3/2-Ventils mittels der Zu- und der Ablaufdrossel aufgezeigt, welches hier in ähnlicher Form für die Ansteuerung des ersten Ventil benutzt wird, und daher auch hier ähnliche Nachteile diesbezüglich vorhanden sind.

Das Druckniveau, was sich aufgrund der Auslegung der Zu- und Ablaufdrossel im Steuerraum des ersten Ventils beim Öffnen des Ventils einstellt, hat jedoch zur Folge, dass eine schließend wirkende Druckkraft im geöffneten Zustand des Ventils bestehen bleibt und nur die öffnend wirkende Druckkraft an der unteren Stirnseite des Ventilkörpers dieser entgegen wirkt. Somit bleibt das Druckniveau im Differenzraum entsprechend hoch, was zu einer wesentlichen Verschlechterung des Wirkungsgrades des Druckverstärkers und des Einspritzsystems führt.

Um den Druck im Steuerraum möglichst niedrig zu halten, muss die railseitige Zulaufdrossel wesentlich kleiner sein als die rücklaufseitige Ablaufdrossel. Zudem

sollte die Zulaufdrossel möglichst klein sein, damit der Wirkungsgradverlust aufgrund des Kurzschlusses durch die Drosseln möglichst gering ist. Zusätzlich muss jedoch die Drosselwirkung der gesamten Leitung hinter der Ablaufdrossel über die Leitung, das Rückschlagventil, den Sitzquerschnitt des zweiten Ventils und den

- 5 Abflussquerschnitt geringer sein als die Drosselwirkung der Ablaufdrossel. Diese relativ drosselfreie Verbindung von Steuerraum und Rücklauf nun zur Folge, dass der Druckabfall im Steuerraum relativ abrupt abläuft und zudem die Öffnungsgeschwindigkeit des Ventilkörpers relativ groß ist, was bezüglich der Bereitstellung von Kleinstmengen kritisch ist. Eine kleine Druckschulter am
- 10 Ventilkörper zwecks Absenkung des Öffnungsdruckes des ersten Ventils auf ein sehr niedriges Niveau im Vergleich zur Einspritzdüse ist hier wenig effektiv, weil der Druckabfall im Steuerraum abrupt erfolgt und eine nennenswerte zeitliche Verzögerung der Öffnungszeitpunkte somit ausbleibt.

- Die kleine railseitige Drossel verlangsamt zusätzlich beim Schließen des 2/2-Ventils
- 15 die Schließbewegung, was auch hier sehr nachteilig bezüglich einer schnellen Beendigung der Druckverstärkung und Einspritzung ist.

Aufgabe

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art dahingehend weiterzuentwickeln, dass ein
- 20 Wirkungsgrad der Vorrichtung erhöht wird und kurze Schaltzeiten realisiert werden können.

Lösung

- Ausgehend von einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art, wird die Aufgabe
- 25 dadurch gelöst, dass:

- g) alle zu dem ersten Ventil führenden Leitungen zumindest zeitweise von der Druckquelle trennbar sind.

Durch die vorteilhafte Lösung nach Anspruch 1 entfallen die Nachteile, die im Stand der Technik beschrieben sind.

Die Vorrichtung ist unabhängig von einer Art einer Einspritzdüse, welche entweder druck- oder hubgesteuert sein kann, wobei eine druckgesteuerte Einspritzdüse mittels eines Steuerraums und sich darin befindlichem und unter Druck stehendem Kraftstoff gesteuert wird und eine kraftgesteuerte Einspritzdüse mittels einer unter
5 einer Spannung stehenden Feder gesteuert wird.

Eine Aufteilung der Aufgaben „Befüllung“ und „Entlastung“ des Differenzraums des Druckverstärkers auf zwei Ventile bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich. Somit erfolgt die Befüllung des Differenzraums – beispielsweise im Unterschied zur DE 100 63 545 C1 – ausschließlich über solche Zeitspannen, in denen selbiger nicht
10 entlastet wird. Eine direkte Verbindung der Druckquelle mit einem Rücklauf liegt folglich zu keinem Zeitpunkt vor. Dadurch verursachte Wirkungsgradverluste werden entsprechend unterbunden. Ferner kann durch die Verwendung zweier Ventile eine Anpassung von Strömungsquerschnitten an die jeweilige Aufgabe vorgenommen werden. Während für die Befüllung des Differenzraums lediglich ein kleiner
15 Strömungsquerschnitt nötig ist, wird für eine Entlastung desselben ein erheblich größerer Strömungsquerschnitt erwünscht, da der Druck des in dem Differenzraum befindlichen Kraftstoffs auf ein möglichst geringes Niveau gebracht werden sollte. Ferner kann ein großer Strömungsquerschnitt von Vorteil sein, um eine schnelle Entlastung des Differenzraums zu realisieren, sofern dies gewünscht ist.

20 Unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, die komplette zugehörige Vorrichtung frei von Drosselementen auszuführen, wodurch Wirkungsgradverluste weitestgehend vermieden werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist besonders vorteilhaft, wenn ein Verhältnis zwischen dem ersten Druckniveau und dem zweiten Druckniveau über einen Druck
25 des Kraftstoffs in dem Differenzraum des Druckverstärkers eingestellt wird.

Das Verhältnis zwischen dem ersten und dem zweiten Druckniveau wird üblicherweise als Verstärkungsverhältnis oder Übersetzungsverhältnis bezeichnet. Dieses Übersetzungsverhältnis ist nach oben durch die Geometrie des Druckverstärkers begrenzt. In diesem Zusammenhang ist von einem so genannten
30 geometrischen Übersetzungsverhältnis die Rede. Jeweils vorhandene hydraulische Bedingungen können dieses maximale, geometrische Übersetzungsverhältnis jedoch

dahingehend beeinflussen, dass ein effektives Übersetzungsverhältnis geringer als das geometrische Übersetzungsverhältnis ausfällt.

Unabhängig von der Geometrie gilt nämlich, dass, umso zügiger beziehungsweise gegen einen umso geringeren Gegendruck im Differenzraum der Druckverstärker auslöst, der Druck des in einem Verstärkungsraum des Druckverstärkers befindlichen Kraftstoffs umso stärker über das erste Druckniveau hinaus erhöht wird. Löst der Druckverstärker hingegen verhältnismäßig langsam aus, beispielsweise bedingt durch einen hohen Gegendruck im Differenzraum, wird der Kraftstoff in dem Verstärkungsraum entsprechend langsam unter Druck gesetzt und erreicht ein verhältnismäßig geringeres zweites Druckniveau. Für den Fall, dass der Druck des Kraftstoffs im Differenzraum gar nicht abgesenkt wird, löst der Druckverstärker nicht aus. Eine Auslösegeschwindigkeit des Druckverstärkers wäre für einen solchen Fall definitionsgemäß gleich Null. Für einen umgekehrten Extremfall, in dem der Gegendruck des Kraftstoffs im Differenzraum plötzlich auf Null abfällt, löst der Druckverstärker, angetrieben durch unter Raildruck stehenden, in einem Arbeitsraum des Druckverstärkers befindlichen Kraftstoff, maximal schnell aus. Eine Druckdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Druckniveau wäre entsprechend maximal. Sollte ein zweites Druckniveau gewünscht sein, das sich zwischen diesen beiden Extrema (erstes Druckniveau und maximales Druckniveau) bewegt, ist beispielsweise denkbar, einen Abflussquerschnitt des ersten Ventils, über welches der Differenzraum des Druckverstärkers entlastet wird, zu begrenzen und folglich eine spätere Absenkung des Drucks des in dem Differenzraum befindlichen Kraftstoffs zu erzeugen. In einem solchen Fall löst der Druckverstärker mit einer nicht maximalen Geschwindigkeit aus und erhöht den Druck des Kraftstoffs auf ein zweites Druckniveau, welches geringer ausfällt, als das maximale Druckniveau.

Alternativ ist beispielsweise denkbar, dass der Differenzraum des Druckverstärkers lediglich über eine Leitung entlastet wird, die entweder ein Drosselement aufweist oder allein aufgrund ihres Querschnitts eine Drosselfunktion übernimmt. In einem solchen Fall arbeitet der Druckverstärker ebenfalls stets gegen einen Gegendruck an, der sich aufgrund der gedrosselten Entlastung auf einem für die Dauer einer Druckverstärkerauslösung konstanten Niveau einpendelt. Auf diese Weise ist eine Entlastung des Differenzraums – und ferner auch ein Steuern des

Übersetzungsverhältnisses – auch vollständig ohne ein Schalten des 2/2-Wegeventils möglich.

Eine weitere Möglichkeit für eine Steuerung einer Einspritzung besteht darin, eine Auslösung des Druckverstärkers mittels einer verzögerten Absenkung eines Drucks
5 in einem Steuerraum des ersten Ventils einzustellen.

Eine derartige verzögerte Absenkung erlaubt dabei sowohl die Möglichkeit, einen Auslösezeitpunkt des Druckverstärkers zu verändern, indem eine Geschwindigkeit eines Ventilkörpers des ersten Elements beeinflusst wird, mit der er sich von seinem Dichtsitz abhebt. Dies erlaubt dem Anwender einerseits das Verhältnis zwischen dem
10 ersten und dem zweiten Druckniveau zu justieren, indem beispielsweise durch ein langsames Öffnen des Ventilkörpers des ersten Ventils die Entlastung des Differenzraums des Druckverstärkers gleichermaßen langsam abläuft und ein Kolben des Druckverstärkers nur entsprechend langsam in den Verstärkungsraum einfährt, so dass das zweite Druckniveau nur geringfügig das erste Druckniveau übersteigt.

15 Für den Fall, dass eine zugehörige Vorrichtung eine hubgesteuerte Einspritzdüse aufweist, besteht andererseits die Möglichkeit einer zeitlich verzögerten Auslösung des Druckverstärkers, wie sie beispielsweise für den Fall einer Voreinspritzung gewünscht ist. Bei einer Entlastung eines Steuerraums der hubgesteuerten Einspritzdüse fällt der Druck des in dem Steuerraum befindlichen Kraftstoffs unter
20 das erste Druckniveau, also unter den Raildruck. Der Düsenraum der Einspritzdüse ist hingegen weiterhin mit Raildruck beaufschlagt. Dadurch bedingt hebt sich die Düsennadel von ihrem Dichtsitz und gibt Einspritzöffnungen, die den Düsen- mit dem Brennraum verbinden, frei. Sofern der Druckverstärker zu diesem Zeitpunkt nicht ausgelöst hat, wird vorerst Kraftstoff mit Raildruck in den Brennraum eingespritzt.

25 Eine Auslösung des Druckverstärkers erfolgt zeitlich gesehen erst später, da die Absenkung des Drucks im Steuerraum des ersten Ventils verzögert stattfindet. Eine Einspritzung des Kraftstoffs mit dem zweiten Druckniveau findet entsprechend erst nach der Voreinspritzung statt. Eine solche Verzögerung der Absenkung des Drucks im Steuerraum des ersten Ventils kann beispielsweise über eine Zwischenschaltung
30 eines Drosselements in einer Leitung, die den Rücklauf mit besagtem Steuerraum verbindet, realisiert werden.

Besonders vorteilhaft ist es in einem solchen Zusammenhang, den Steuerraum der Einspritzdüse mittels des zweiten Ventils über denselben Ausgang anzusteuern, der mit dem ersten Ventil verbunden ist.

5 Unter Verwendung einer hubgesteuerten Einspritzdüse ist es ferner vorteilhaft, wenn ein Steuerraum der Einspritzdüse über das zweite Ventil mit auf dem ersten Druckniveau befindlichem Kraftstoff befüllt wird.

10 Auf diese Weise entfällt eine Befüllung des Steuerraums der Einspritzdüse über eine mit dem Rail verbundene Leitung, die ein Drosselement enthält. Letzteres wäre nötig, um ein Nachströmen von Kraftstoff in besagten Steuerraum im Falle einer Entlastung desselben zu verlangsamen. Stattdessen wird die Befüllung und Entlastung des Steuerraums der Einspritzdüse über eine einzelne Leitung realisiert, die von dem zweiten Ventil geschaltet wird. Wie schon für den Druckverstärker erläutert, kann auf diese Weise ein direktes Verbinden von Rail und Rücklauf unterbunden werden. Unter einer Verwendung beispielsweise eines 3/2-Wegeventils
15 als zweites Ventil wird in einer ersten Stellung des Ventils der Steuerraum der Einspritzdüse mit dem Rail verbunden und folglich mit auf dem ersten Druckniveau befindlichem Kraftstoff befüllt. Bei einem Umschalten eines derartigen Ventils auf eine zweite Stellung wird besagte Leitung mit dem Rücklauf verbunden und der Steuerraum der Einspritzdüse folglich entlastet.

20 Ferner vorteilhaft ist eine solche Vorrichtung, deren erstes Ventil ein 2/2-Wegeventil ist. Die Vorteile einer derartigen Ausgestaltung der Vorrichtung sind vorstehend bereits erläutert.

Ebenso ist eine Ausbildung des zweiten Ventils als 3/2-Wegeventil besonders vorteilhaft. Ein derartiges Ventil kann die Aufgaben der (hydraulischen) Steuerung
25 des ersten Ventils, Befüllung des Differenzraums des Druckverstärkers und gegebenenfalls der Entlastung eines Steuerraums der Einspritzdüse und der Befüllung desselben in einem Bauteil leisten. Dies erfolgt dadurch, dass besagtes 3/2-Wegeventil in einer ersten Stellung das Rail mit Befüllungsleitungen sowohl für den Steuerraum des ersten Ventils als auch gegebenenfalls mit einem Steuerraum
30 der Einspritzdüse sowie mit einer Befüllungsleitung für den Differenzraum des Druckverstärkers (zweite Leitung) verbindet. In einer zweiten Stellung hingegen verbindet das zweite Ventil alle diese Leitungen mit dem Rücklauf, so dass eine

Entlastung beider beziehungsweise aller drei Räume verursacht wird (in Abhängigkeit von der Art der Einspritzdüse).

Um die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung nutzen zu können, sollte die zweite Leitung ein einen Kraftstofffluss hemmendes Element, beispielsweise ein
5 Drosselement, aufweisen, das eine Absenkung des im Differenzraum des Druckverstärkers befindlichen Drucks über die zweite Leitung zumindest verzögert. Als ein solches Element kann auch ein Rückschlagventil vorteilhaft sein, das in die zweite Leitung eingebaut ist und eine Absenkung des im Differenzraum des Druckverstärkers befindlichen Drucks über die zweite Leitung verhindert.

10 Mittels des Einsatzes mindestens eines derartigen Drosselements und/oder eines Rückschlagventils ist es möglich, das erste Ventil (hydraulisch) mittels des zweiten Ventils zu schalten. Anstelle einer Anordnung eines Drosselements ist es ebenso denkbar, einen Leitungsquerschnitt so zu wählen, dass dieser eine Drosselfunktion übernimmt. Sind derartige Bauteile (Drosselement, Rückschlagventil) nicht
15 vorgesehen, geschieht eine Entlastung des Steuerraums des ersten Ventils gleichzeitig mit einer Entlastung des Differenzraums des Druckverstärkers. Dies hätte zur Folge, dass ein Druck in einem Entlastungsraum des ersten Ventils entlastet würde und sich folglich zwischen dem Steuerraum des ersten Ventils sowie dessen Entlastungsraum keine Druckdifferenz und gleichermaßen keine Krätedifferenz
20 einstellen würde. Ein Verhältnis zwischen einem Druck des Kraftstoffs in einem jeweiligen Raum des ersten Ventils und einer damit verbundenen, auf den Ventilkörper wirkenden Kraft ergibt sich durch Druckschultern des Ventilkörpers in besagten Räumen. Fällt eine Differenz entgegengesetzt wirkender Kräfte am Ventilkörper zu gering aus, würde der Ventilkörper des ersten Ventils mittels einer
25 Kraft einer gespannten Feder entsprechend an einer Überführung besagten Ventilkörpers von einer Schließstellung in eine Öffnungsstellung gehindert. Ist hingegen zumindest ein Drosselement, gegebenenfalls sogar ein Rückschlagventil, in der zweiten Leitung vorgesehen, wird der Druck im Differenzraum des Druckverstärkers im Zuge eines Schaltens desselben sowie des Steuerraums des
30 ersten Ventils auf den Rücklauf teilweise beziehungsweise nicht abgebaut, da der Kraftstoff, der sich im Differenzraum befindet, nur langsam oder gar nicht über die zweite Leitung entweichen kann. Folglich wird auch der Entlastungsraum des ersten Ventils, der mittels einer Leitung mit dem Differenzraum des Druckverstärkers

verbunden ist, nur teilweise beziehungsweise nicht entlastet. Der Steuerraum des ersten Ventils verliert hingegen mehr an Druck, wodurch bereits beschriebene Druckdifferenz entsteht. Infolgedessen wird der Ventilkörper des ersten Ventils gegen die Kraft der Feder von einem Dichtsitz abgehoben, so dass eine Verbindung
5 des Differenzraums des Druckverstärkers mit dem Rücklauf geschaffen wird.

Besonders von Vorteil ist eine solche Vorrichtung, die eine hubgesteuerte Einspritzdüse aufweist, deren Düsennadel einen Steuerraum begrenzt, der über eine dritte Leitung mit auf dem ersten Druckniveau befindlichen Kraftstoff befüllbar ist, wobei ein Druck in dem Steuerraum der Einspritzdüse vorzugsweise mittels des
10 zweiten Ventils absenkbar ist.

Unter Verwendung einer solchen hubgesteuerten Einspritzdüse ist eine Durchführung eines Einspritzvorgangs besonders einfach durchführbar, da eine Ansteuerung des Steuerraums der Einspritzdüse mittels des zweiten Ventils möglich ist. Weitere Bauteile, die eine solche Funktion gesondert übernehmen müssten, sind
15 folglich nicht erforderlich. Sowohl ein Befüllen als auch ein Entlasten des Steuerraums der Einspritzdüse kann somit besonders einfach realisiert werden.

Ferner kann eine solche Vorrichtung von Vorteil sein, die in einer vierten Leitung, die von einem Steuerraum des ersten Ventils ausgeht, ein Drosselement aufweist.

Mittels einer derartig ausgebildeten Vorrichtung ist ein erfindungsgemäßes Verfahren
20 besonders einfach durchführbar, bei dem eine Auslösung des Druckverstärkers mittels einer verzögerten Absenkung eines Drucks in einem Steuerraum des ersten Ventils eingestellt wird. Details zu einem Ablauf eines Einspritzvorgangs unter Verwendung dieses Verfahrens sind vorstehend bereits beschrieben.

Vorgenannte Ausbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem
25 Drosselement in der vierten Leitung kann des Weiteren durch ein Rückschlagventil ergänzt werden, das ebenfalls in der vierten Leitung angeordnet ist und in eine von dem ersten Ventil wegführende Richtung oder in eine dazu entgegen gesetzte Richtung schließt und parallel zu besagtem Drosselement geschaltet ist.

Eine derartige Parallelschaltung aus Drosselement und Rückschlagventil sorgt
30 dafür, dass ein Drosseln eines Kraftstoffflusses durch die vierte Leitung lediglich in eine Richtung vorgenommen wird. In eine dazu entgegen gesetzte Richtung wird die

Drossel hingegen durch das parallel geschaltete und in diese Richtung offene Rückschlagventil umgangen. Beispielsweise für den Fall, dass das Rückschlagventil in die von dem ersten Ventil wegführende Richtung schließt, verläuft das Befüllen des Steuerraums des ersten Ventils bei einer derartigen Vorrichtung in einer normalen Geschwindigkeit, während das Entlasten desselben verzögert abläuft.

Besonders vorteilhaft kann eine solche Vorrichtung sein, die einen Druckspeicher aufweist, der mit der vierten Leitung verbunden ist.

Ein solcher Druckspeicher versorgt den Steuerraum des ersten Ventils auch nach dem Überführen des zweiten Ventils von der ersten in die zweite Stellung für einen begrenzten Zeitraum weiter mit Druck. Die Entlastung besagten Steuerraums findet also nicht unmittelbar durch ein Verbinden der vierten Leitung mit dem Rücklauf statt, sondern erst zeitlich versetzt. Entsprechend lässt sich ein Zeitpunkt für die Auslösung des Druckverstärkers mit einem solchen Druckspeicher einstellen. Eine Verzögerungswirkung lässt wie bereits erläutert auch allein über ein Drosselement erzeugen, das in der vierten Leitung angeordnet ist. Jedoch eignet sich ein Druckspeicher für diesen Zweck besser, da größere Zeitdifferenzen zwischen einer Auslösung der Einspritzeinrichtung und des Druckverstärkers realisiert werden können. Als Druckspeicher kommen zum Beispiel ein Membran- oder ein Blasenspeicher in Frage.

20 Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird nachfolgend anhand verschiedener Varianten, die in den Zeichnungen dargestellt sind, genauer erläutert.

Es zeigt:

- Fig. 1a, 1b eine erste Variante einer erfindungsgemäße Vorrichtung,
- 25 Fig. 2a, 2b wie Figuren 1a und 1b, jedoch mit einem Drosselement an einer anderen Position,
- Fig. 3a, 3b wie Figuren 1a und 1b, jedoch mit einem Rückschlagventil anstelle eines Drosselements,
- Fig. 4a, 4b eine weitere Variante einer erfindungsgemäße Vorrichtung und

Fig. 5a, 5b eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Figuren 1a und 1b zeigen eine Vorrichtung 1 zur Einspritzung eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, aufweisend eine Druckquelle 2, einen Druckverstärker 3, eine hubgesteuerte Einspritzdüse 4, ein 2/2-Wegeventil 5 (erstes Ventil) und ein 3/2-Wegeventil 6 (zweites Ventil). Diese einzelnen Bauteile sind untereinander über Leitungen verbunden und liegen üblicherweise zusammengefügt in Form eines größeren Bauteils, eines so genannten Injektors, vor. Die Druckquelle 2 ist direkt mit einem Arbeitsraum 7 und einem Verstärkungsraum 8 des Druckverstärkers 3 verbunden und darüber hinaus mit einem Düsenraum 9 der Einspritzdüse 4 und dem 3/2-Wegeventil 6. Letzteres ist mit einem Steuerraum 10 der Einspritzdüse 4, einem Differenzraum 11 des Druckverstärkers 3, einem Entlastungsraum 12 des 2/2-Wegeventils 5 und einem Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils 5 verbunden. Sowohl das 2/2-Wegeventil 5 als auch das 3/2-Wegeventil 6 sind mit einem Rücklauf 14 verbunden. In einer Leitung 15, die die Druckquelle 2 mit einer Leitung 48 (erste Leitung) verbindet, die wiederum den Verstärkungsraum 8 und den Düsenraum 9 verbindet, ist ein Rückschlagventil 16 eingebaut, welches einen Rückfluss des Kraftstoffs in eine von dem Verstärkungsraum 8 und dem Düsenraum 9 wegführende Richtung unterbindet.

In der in den Figuren 1a und 1b dargestellten Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 ist in einer Leitung 17 ein Drosselement 18 vorgesehen. Jeglicher Kraftstoff, der von dem 3/2-Wegeventil aus in den Differenzraum 11 des Druckverstärkers 3 und den Entlastungsraum 12 des 2/2-Wegeventils 5 gelangt, fließt durch diese Leitung 17. Dadurch, dass das Drosselement 18 in dieser Leitung 17 angeordnet ist, beeinflusst es demnach ausschließlich einen Kraftstofffluss zwischen dem Differenzraum 11 und dem 3/2-Wegeventil 6 sowie dem Entlastungsraum 12 und dem 3/2-Wegeventil (in beide Richtungen). Nachfolgend ist ein Ablauf eines Einspritzvorgangs unter Verwendung der Vorrichtung 1 detailliert erläutert:

In einem Ausgangszustand befindet sich das 2/2-Wegeventil 5 in einer ersten Stellung, in der ein Ventilkörper 19 des 2/2-Wegeventils 5 selbiges schließt, so dass kein Kraftstoff hindurch fließen kann. Das 3/2-Wegeventil 6 befindet sich seinerseits in einer ersten Stellung, in der es die Druckquelle 2 mit einer gebündelten Leitung 20 verbindet. Der Differenzraum 11 ist mittels Leitungen 20, 40, 17 und 49 (zweite

Leitung) an das 3/2-Wegeventil 6 angeschlossen. Das 3/2-Wegeventil 6 ist mit dem Steuerraum 10 der Einspritzdüse über Leitungen 20, 40 und 41 (dritte Leitung) verbunden. Der Entlastungsraum 12 des 2/2-Wegeventils 5 ist wiederum mittels Leitungen 49 und 50 mit dem Differenzraum 11 verbunden und der Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils 5 ist letztendlich über eine Leitung 43 (vierte Leitung) mit der Leitung 20 und folglich mit dem 3/2-Wegeventil 6 verbunden.

Die Steuerräume 10 und 13, der Differenzraum 11 und der Entlastungsraum 12 sind folglich mit Kraftstoff gefüllt, der ein erstes Druckniveau aufweist, welches durch die Druckquelle 2 erzeugt wird. Gleichermaßen sind der Arbeitsraum 7 und der Verstärkungsraum 8 des Druckverstärkers 3 sowie der Düsenraum 9 der Einspritzdüse 4 mit auf einem ersten Druckniveau befindlichem Kraftstoff gefüllt, da diese direkt mit der Druckquelle 2 verbunden sind.

Ausgehend von diesem Ausgangszustand wird das 3/2-Wegeventil 6 direkt mittels eines Aktors 21 geschaltet. Bei diesem Aktor 21 handelt es sich im dargestellten Beispiel um einen Magnetschaltkreis, der aus einem Magnettopf 22, einer Spule 23 und einem Anker 24 besteht. Wird eine Spannung an den Aktor 21 angelegt, so hebt eine aufgrund der Spule 23 wirkende magnetische Kraft den Anker 24 und mit ihm einen Ventilkörper 25 des 3/2-Wegeventils 6 von einem unteren Dichtsitz 26 an. Ein Endelement 27 des Ventilkörpers 25 ist dabei nur so weit anhebbar, bis es mit einer äußeren Mantelfläche gegen einen oberen Dichtsitz 28 stößt und eine Verbindung der Druckquelle 2 mit der Leitung 20 unterbricht. Eine solche Stellung bezeichnet eine zweite Stellung des 3/2-Wegeventils 6. Ist dieser Zustand erreicht, verbindet das 3/2-Wegeventil die Leitung 20 über einen Abflussquerschnitt 29 mit dem Rücklauf 14.

Bedingt durch eine solche Verbindung mit dem Rücklauf 14 wird die Leitung 20 von einem Druck der Druckquelle 2 entlastet. Folglich fällt der Druck auch in den Steuerräumen 10 und 13 sowie im Differenzraum 11 und im Entlastungsraum 12. In letzteren beiden geschieht dies allerdings gegenüber den Steuerräumen 10 und 13 erheblich verlangsamt, da in Leitung 17, mittels der der Differenzraum 11 und der Entlastungsraum 12 unter Zwischenschaltung der Leitungen 49 beziehungsweise 50 an das 3/2-Wegeventil 6 beziehungsweise an die Leitungen 20 und 40 gekoppelt sind, besagtes Drosselement 18 aufweist, welches einen Druckabfall verlangsamt. Der Druckabfall im Steuerraum 10 der Einspritzdüse 4 führt im Folgenden dazu, dass der nach wie vor auf dem ersten Druckniveau befindliche Kraftstoff im Düsenraum 9

der Einspritzdüse 4 eine Düsennadel 30 sowohl entgegen einer durch eine Feder 31 aufgebrachte Federkraft als auch gegen einen gegebenenfalls verbleibenden Restdruck von im Steuerraum 10 befindlichen Kraftstoff von einem Dichtsitz 32 abhebt. Die Düsennadel 30 kann dabei mehrteilig ausgeführt sein und beispielsweise mit einer Druckstange zusammenwirken. Du ein Abheben der Düsennadel 30 vom Dichtsitz 32 werden Einspritzöffnungen 33 frei gegeben, durch welche der Kraftstoff in einen nicht dargestellten Brennraum eingespritzt wird. Gleichzeitig zu einem Aktivieren der Einspritzdüse 4 wird auch das 2/2-Wegeventil 5 geschaltet. Dies geschieht dadurch, dass ein Druckniveau des im Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils 5 befindlichen Kraftstoffs unter das erste Druckniveau fällt, während ein Druckniveau des im Entlastungsraum 12 des 2/2-Wegeventils 5 befindlichen Kraftstoffs ein einer Auslegung des Drosselements 18 entsprechendes Druckniveau aufweist. Eine solche Druckdifferenz zwischen dem Steuerraum 13 und dem Entlastungsraum 12 führt aufgrund von an dem Ventilkörper 19 befindlichen Druckschultern zu einer Kraftdifferenz, welche schließlich dazu führt, dass sich der Ventilkörper 19 trotz des im Steuerraum 13 verbleibenden Kraftstoffs und einer Federkraft einer Feder 34 anhebt und einen Abflussquerschnitt 35 des 2/2-Wegeventils 5 freigibt, der letztendlich den Differenzraum 11 des Druckverstärkers 3 mit dem Rücklauf 14 verbindet. Ausgelöst durch eine derartige Verbindung sinkt ein Druck des in dem Differenzraum 11 befindlichen Kraftstoffs auf ein möglichst geringes Maß, vorzugsweise auf Null, ab. Ein Ausgangsquerschnitt 36 des Druckverstärkers 3, ein Eingangsquerschnitt 37 des 2/2-Wegeventils 5 und der Abflussquerschnitt 35 des 2/2-Wegeventils 5 sind dabei bewusst groß gewählt, so dass ein Druckabbau im Differenzraum 11 schnell erfolgen kann. Auf diese Weise wird ein verlustarmes Auslösen eines Kolbens 38 des Druckverstärkers 3 herbeigeführt. Dieser wird durch auf dem ersten Druckniveau befindlichen Kraftstoff im Arbeitsraum 7 des Druckverstärkers 3 gegen eine Federkraft einer Feder 39 und einen im Differenzraum 11 herrschenden Druck des darin befindlichen Kraftstoffs bewegt, so dass im Verstärkungsraum 8 befindlicher Kraftstoff von dem ersten auf ein zweites Druckniveau angehoben wird. Das Rückschlagventil 16 wird in diesem Zusammenhang in einer von dem Verstärkungsraum 8 ausgehenden Richtung geschlossen, da an einer dem Verstärkungsraum 8 zugewandten Seite des Rückschlagventils 16 ein größeres Druckniveau anliegt, als an einer dem Verstärkungsraum 8 abgewandten Seite. Das Rückschlagventil 16 stellt somit sicher,

dass der auf dem zweiten Druckniveau befindliche Kraftstoff in den Düsenraum 9 gelangt. Umso geringer ein Gegendruck im Differenzraum 11 ausfällt, desto schneller und effizienter löst der Kolben 38 aus und desto größer ist ein

Verstärkungsverhältnis, welches ein Verhältnis zwischen dem ersten und dem
5 zweiten Druckniveau beschreibt. Im Zuge einer Schaltung des 3/2-Wegeventils 6 von der ersten in die zweite Stellung wird demnach ein Großteil des im Differenzraum 11 enthaltenen Kraftstoffs über den Abflussquerschnitt 35 des 2/2-Wegeventils 5 entlastet während ein geringer Anteil über das Drosselement 18, durch Leitung 17 und Leitung 20 zu dem Abflussquerschnitt 29 des 3/2-Wegeventils 6 fließt.

10 Durch eine Erhöhung des Drucks des in dem Verstärkungsraum 8 befindlichen Kraftstoffs auf das zweite Druckniveau breitet sich dieser Kraftstoff gegen das geringere erste Druckniveau in den Leitungen 48 und 15 aus, wobei letztere vom Verstärkungsraum 8 ausgehend mittels des Rückschlagventils 16 unterbrochen ist. Eine einzige Möglichkeit zur Entlastung bietet folglich der Düsenraum 9 der
15 Einspritzdüse 4, in den der auf dem zweiten Druckniveau befindliche Kraftstoff gedrückt wird und schließlich über die Einspritzöffnungen 33 in den nicht dargestellten Brennraum gelangt. Durch ein erneutes Schalten des 3/2-Wegeventils 6 von der zweiten Stellung zurück in die erste Stellung, wird der Ausgangszustand wieder hergestellt. Die Steuerräume 10 und 13 werden wieder mit Kraftstoff befüllt,
20 wodurch sich sowohl die Düsennadel 30 als auch der Ventilkörper 19 des 2/2-Wegeventils 5 senken. Aufgrund des Drosselements 18 etwas zeitversetzt, wird schließlich auch eine Rückbefüllung des Differenzraums 11 des Druckverstärkers 3 beendet, so dass der Einspritzvorgang erneut beginnen kann.

Die Figuren 2a und 2b zeigen eine im Wesentlichen im Vergleich zu den Figuren 1a
25 und 1b identische Vorrichtung 1', die sich von der Vorrichtung 1 nur dadurch unterscheidet, dass das Drosselement 18 nicht länger in Leitung 17 positioniert ist, sondern in Leitung 40, die von Leitung 20 ausgeht und sich in Leitung 17 und Leitung 41 gabelt, wobei sich Leitung 17 bekanntermaßen in die Leitungen 49 und 50 aufteilt und Leitung 41 den Steuerraum 10 der Einspritzdüse 4 versorgt. Durch eine
30 Anordnung des Drosselements 18 in Leitung 40 wird neben einem Befüllen und Entlasten des Differenzraums 11 und des Entlastungsraums 12 ebenfalls ein Befüllen und Entlasten des Steuerraums 10 beeinflusst. Dies hat in erster Linie zur Folge, dass ein Druckabfall in dem Steuerraum 10 im Falle eines Schaltens des 3/2-

Wegeventils 6 von der ersten in die zweite Stellung gegenüber demjenigen unter Verwendung von Vorrichtung 1 langsamer stattfindet. Folglich hebt die Düsennadel 30 verzögert von ihrem Dichtsitz 32 ab und die Einspritzöffnungen 33 werden verzögert freigegeben.

- 5 Die Figuren 3a und 3b zeigen eine weitere erfindungsgemäße Vorrichtung 1", die im Vergleich zu Vorrichtung 1 anstelle des Drosselements 18 ein Rückschlagventil 42 in Leitung 17 vorsieht. Für den Einspritzvorgang schlägt sich diese Änderung darin nieder, dass ein Abheben des Ventilkörpers 19 des 2/2-Wegeventils 5 im Vergleich zur Vorrichtung 1 schneller erfolgt, da der im Entlastungsraum 12 befindliche
- 10 Kraftstoff bis zum Abheben des Ventilkörpers 19 durchgehend das erste Druckniveau beibehält, da das Rückschlagventil 42 einen vorgezogenen Druckabbau verhindert. Eine Druckdifferenz zwischen dem Steuerraum 13 und dem Entlastungsraum 12 der Art, das das Abheben des Ventilkörpers 19 gegen die Federkraft der Feder 34 bewerkstelligt wird, ist folglich im Vergleich zu Vorrichtung 1 schneller nach einem
- 15 Schalten des 3/2-Wegeventils 6 erreicht. Folglich löst der Druckverstärker 3 beziehungsweise der Kolben 38 zeitnäher nach dem Schalten des 3/2-Wegeventils 6 aus wodurch ein Einspritzen einer Hauptkraftstoffmenge in den nicht dargestellten Brennraum unter dem zweiten Druckniveau ebenfalls zügiger stattfindet als unter Verwendung von Vorrichtung 1.
- 20 Eine in den Figuren 4a und 4b abgebildete weitere Variante zeigte eine Vorrichtung 1'", die auf Vorrichtung 1" aus den Figuren 3a und 3b aufbaut. Ein Unterschied liegt in der Leitung 43, die Leitung 20 mit dem Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils verbindet. Während diese in keiner der bisher gezeigten Varianten ein Einbauteil aufwies, so ist in den Figuren 4a und 4b an dieser Stelle eine Parallelschaltung eines
- 25 Drosselements 44 und eines Rückschlagventils 45 gezeigt. Das Rückschlagventil 45 öffnet in eine Richtung vom 3/2-Wegeventil 6 hin zum 2/2-Wegeventil 5 und schließt in eine entgegen gesetzte Richtung. Eine derartige Anordnung kann einerseits bewirken, dass der Differenzraum 11 des Druckverstärkers 3 verzögert ausgelöst werden kann. Eine Verzögerung ergibt sich dadurch, dass ein Druck des in
- 30 dem Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils 5 befindlichen Kraftstoffs bedingt durch das Drosselement 44 langsamer absinkt, als bei einer der Vorrichtungen 1, 1', 1". Das Abheben des Ventilkörpers 19 des 2/2-Wegeventils findet entsprechend verzögert statt und damit einhergehend auch eine Auslösung des Druckverstärkers 3. Aufgrund

des parallel zum Drosselement 44 geschalteten Rückschlagventils 45 erfolgt eine Befüllung des Steuerraumes 13 des 2/2-Wegeventils in einer ungedrosselten Geschwindigkeit. Mit einer derartig ausgestatteten Vorrichtung 1''' steht ein längerer Zeitraum zur Verfügung, der für eine Voreinspritzung genutzt werden kann, da eine durch den Druckverstärker 3 ausgelöste Haupteinspritzung – wie vorstehend beschrieben – verzögert stattfindet. Andererseits ist es möglich das Abheben des Ventilkörpers 19 zu verlangsamen. Aufgrund des Drosselements 44 fließt – wie vorstehend erläutert – der im Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils 5 befindliche und das erste Druckniveau aufweisende Kraftstoff lediglich verlangsamt durch die Leitung 43 zum Rücklauf 14 am 3/2-Wegeventil 6. Entsprechend wird eine Druckdifferenz zwischen dem Entlastungsraum 12 und dem Steuerraum 13 des 2/2-Wegeventils nur langsam vergrößert. Sobald diese Druckdifferenz die Federkraft der Feder 34 übersteigt, wird der Ventilkörper 19 angehoben. Durch dieses Anheben wird die Federkraft der Feder 34 aufgrund einer sich einstellenden Auslenkung sukzessive erhöht. Die Druckdifferenz zwischen dem Entlastungsraum 12 und dem Steuerraum 13 muss in der Folge stetig erhöht werden, um die stetig anwachsende Federkraft zu überwinden. Da dies allerdings – wie erklärt – nur verlangsamt geschieht, hebt sich der Ventilkörper 19 auch nur verlangsamt an. Die Folge dessen ist, dass ein Verbindungsquerschnitt zwischen dem Entlastungsraum 12 und dem Abflussquerschnitt 35 des 2/2-Wegeventils 5 nur langsam größer wird und der Differenzraum 11 des Druckverstärkers 3 entsprechend nicht schlagartig entlastet werden kann. Infolgedessen stellt sich ein relativ geringer Druckgradient zwischen dem Differenzraum 11 und dem Entlastungsraum 12 ein, der letztendlich bewirkt, dass der Druckverstärker 3 langsamer auslöst und das Verhältnis zwischen dem ersten und dem zweiten Druckniveau geringer ausfällt, als beispielsweise unter einer Verwendung der Vorrichtung 1.

Eine weitere Möglichkeit, eine derartige Verzögerung der Auslösung des Druckverstärkers 3 zu erzielen, ist in den Figuren 5a und 5b dargestellt. In der dort abgebildeten Vorrichtung 1'''' weist Leitung 43 einen Druckspeicher 46 auf. Bei einer Entlastung des Steuerraums 13 des 2/2-Wegeventils 5 mittels des 3/2-Wegeventils 6 vermag der Druckspeicher 46 das erste Druckniveau über einen gewissen Zeitraum annähernd in der Leitung 43 – und damit im Steuerraum 13 – zu halten und bewirkt im Folgenden, dass dieses Druckniveau lediglich langsam abfällt. Das 2/2-Wegeventil 5 löst erst aus, wenn eine Druck- und damit eine Kräftedifferenz

zwischen dem Entlastungsraum 12 und dem Steuerraum 13 ausreichend groß sind. Ein Druckabfall des Druckniveaus im Steuerraum 13 kann sich gegebenenfalls über einen solchen Zeitraum erstrecken, so dass der Druckspeicher 46 nicht vollständig entlastet, bevor der Steuerraum 13 – und gleichermaßen der Druckspeicher 46 –
 5 wieder befüllt wird. Ein Drosselement 47, das in Leitung 43 vorgesehen ist, verhindert dabei, dass der Druckspeicher 46 zu schnell entlastet wird und seine Aufgabe eines langsamen Abfallens des ersten Druckniveaus nicht erfüllen kann. Der Druckspeicher 46 kann beispielsweise als Membran- oder Blasenspeicher ausgebildet sein.

10 Bezugszeichenliste

	1,1',1",1"',1'''	Vorrichtung
	2	Druckquelle
	3	Druckverstärker
	4	Einspritzdüse
15	5	2/2-Wegeventil
	6	3/2-Wegeventil
	7	Arbeitsraum
	8	Verstärkungsraum
	9	Düsenraum
20	10	Steuerraum
	11	Differenzraum
	12	Entlastungsraum
	13	Steuerraum
	14	Rücklauf
25	15	Leitung

	16	Rückschlagventil
	17	Leitung
	18	Drosselement
	19	Ventilkörper
5	20	Leitung
	21	Aktor
	22	Magnetkopf
	23	Spule
	24	Anker
10	25	Ventilkörper
	26	Dichtsitz
	27	Endelement
	28	Dichtsitz
	29	Abflussquerschnitt
15	30	Düsennadel
	31	Feder
	32	Dichtsitz
	33	Einspritzöffnung
	34	Feder
20	35	Abflussquerschnitt
	36	Ausgangsquerschnitt
	37	Eingangsquerschnitt

	38	Kolben
	39	Feder
	40	Leitung
	41	Leitung
5	42	Rückschlagventil
	43	Leitung
	44	Drosselement
	45	Rückschlagventil
	46	Druckspeicher
10	47	Drosselement
	48	Leitung
	49	Leitung
	50	Leitung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Einspritzung eines Kraftstoffs in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, mit

- 5 a) einer Druckquelle (2) zur Bereitstellung von Kraftstoff, der sich auf einem ersten Druckniveau befindet,
- b) einem Druckverstärker (3) zur Erhöhung des Kraftstoffdruckes vom ersten Druckniveau auf ein zweites Druckniveau,
- 10 c) einer Einspritzdüse (4) mit einer Düsennadel (30), die einen Düsenraum (9) begrenzt, der mit Kraftstoff des zweiten Druckniveaus über eine erste Leitung (48) befüllbar ist,
- d) einem ersten Ventil (5), mit dem ein Druck in einem Differenzraum (11) des Druckverstärkers (3) absenkbar ist,
- e) einem zweiten Ventil (6) über das der Differenzraum (11) mit Kraftstoff des ersten Druckniveaus der Druckquelle (2) befüllbar ist,
- 15 f) einem Steuerraum (13) des ersten Ventils (5), der von dem zweiten Ventil (6) ansteuerbar ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- 20 g) alle zu dem ersten Ventil (5) führenden Leitungen (Leitung (43), Leitung (50), Abflussquerschnitt (35)) zumindest zeitweise von der Druckquelle (2) trennbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an einer Stirnseite des Ventilkörper (19) Druckflächen ausgebildet sind, die Teil des Steuer-
raumes (13) sind und die über das zweite Ventil (6) ansteuerbar sind, und an
der gegenüberliegenden Stirnseite Druckflächen ausgebildet sind, die teilwei-
se mit dem Rücklauf (14) und teilweise an den Differenzraum (11) verbunden
25 sind.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (10) der Einspritzdüse (4) vorzugsweise über das zweite Ventil (6) ansteuerbar ist.
- 5 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (10) innerhalb der Einspritzdüse angeordnet.
- 10 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine vierte Leitung (43), die von einem Steuerraum (13) des ersten Ventils (5) ausgeht, ein Drosselement (44) aufweist und dazu ein Rückschlagventil (45) parallel geschaltet ist, das in einer von dem ersten Ventil (5) wegführende Richtung oder in eine dazu entgegengesetzte Richtung schließt.
- 15 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine vierte Leitung (43), die von einem Steuerraum (13) des ersten Ventils (5) ausgeht, ein Drosselement (44) aufweist und zusätzlich die vierte Leitung (43) einen Druckspeicher (46) aufweist.
- 20 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Leitung (20,40,17,49) ein Rückschlagventil (42) aufweist, das eine Absenkung des im Differenzraum (11) des Druckverstärkers (3) befindlichen Drucks über die zweite Leitung (20,40,17,49) verhindert.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Differenzraum (11) durch das zweite Ventil (6) absenkbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drosselement (18) in der Leitung (17) angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drosselement (18) in der Leitung (40) angeordnet ist.

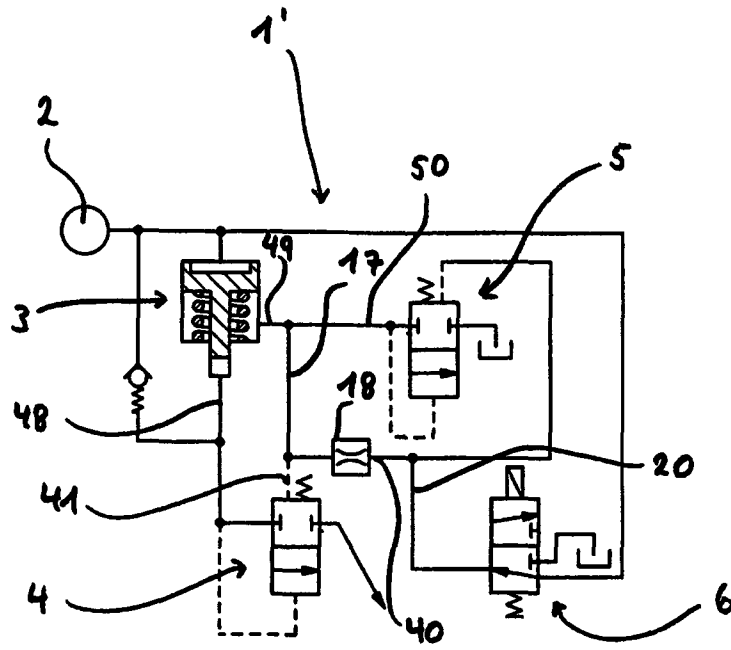


Fig. 2a

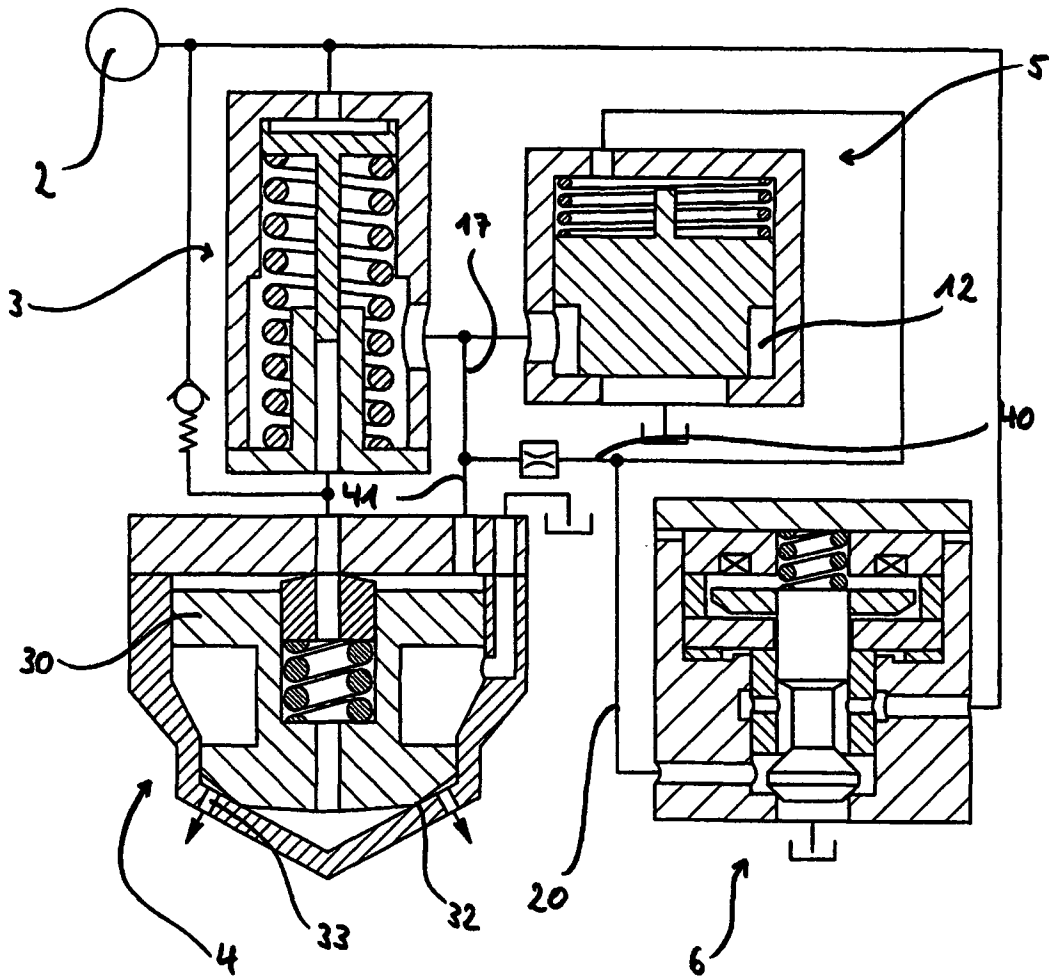


Fig. 2b

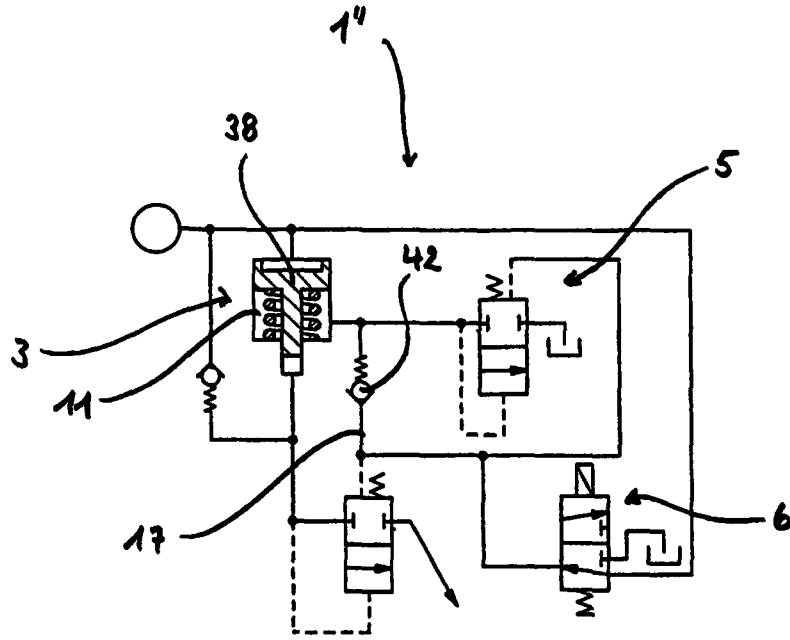


Fig. 3a

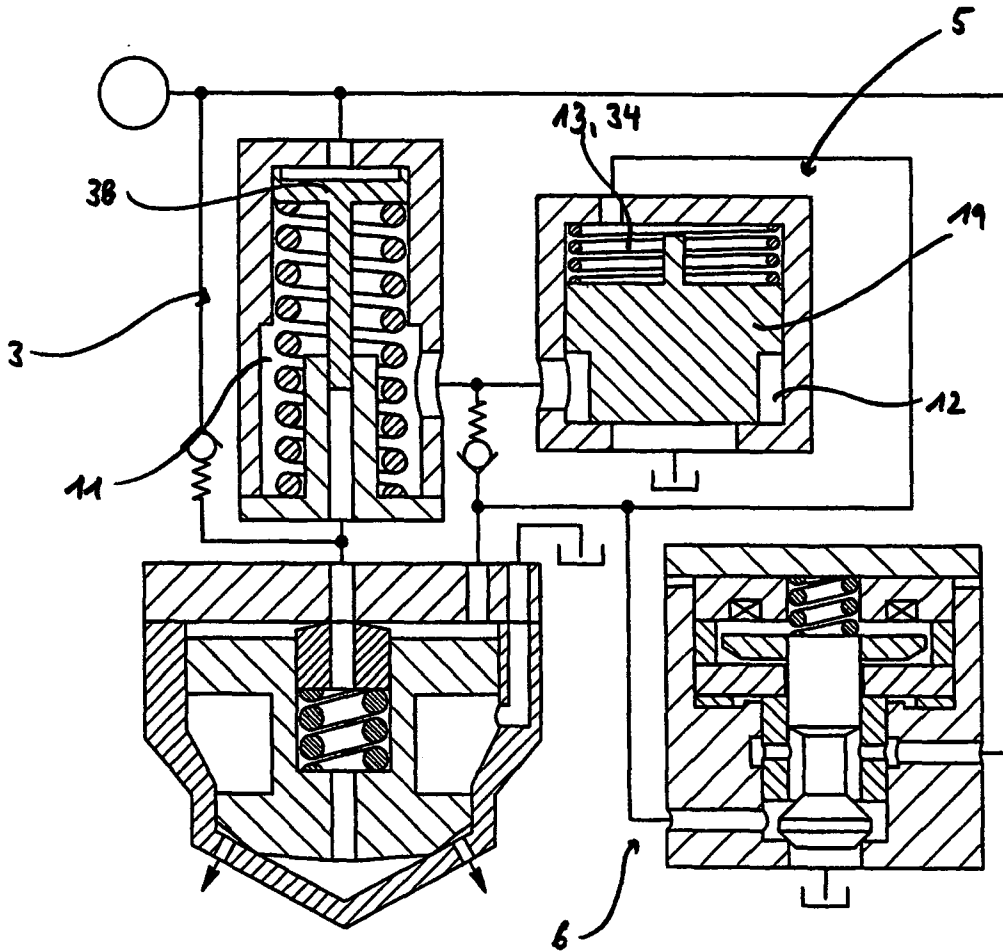


Fig. 3b

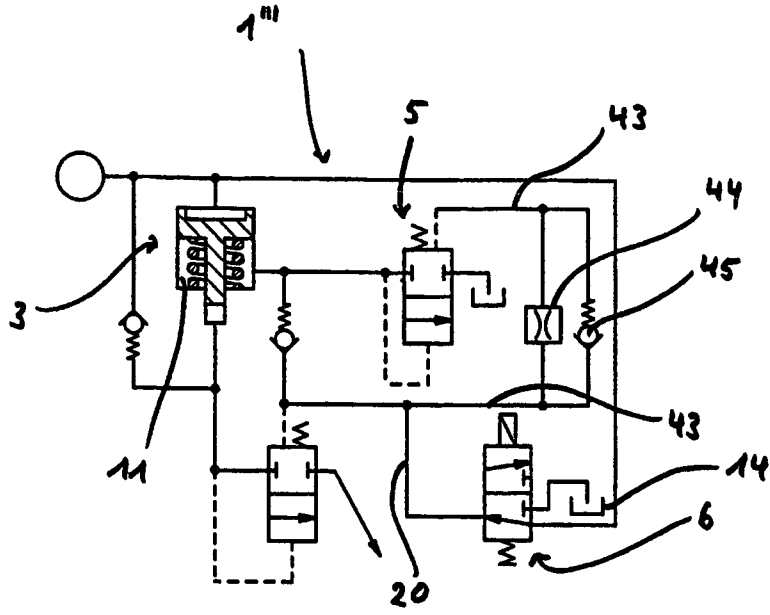


Fig. 4a

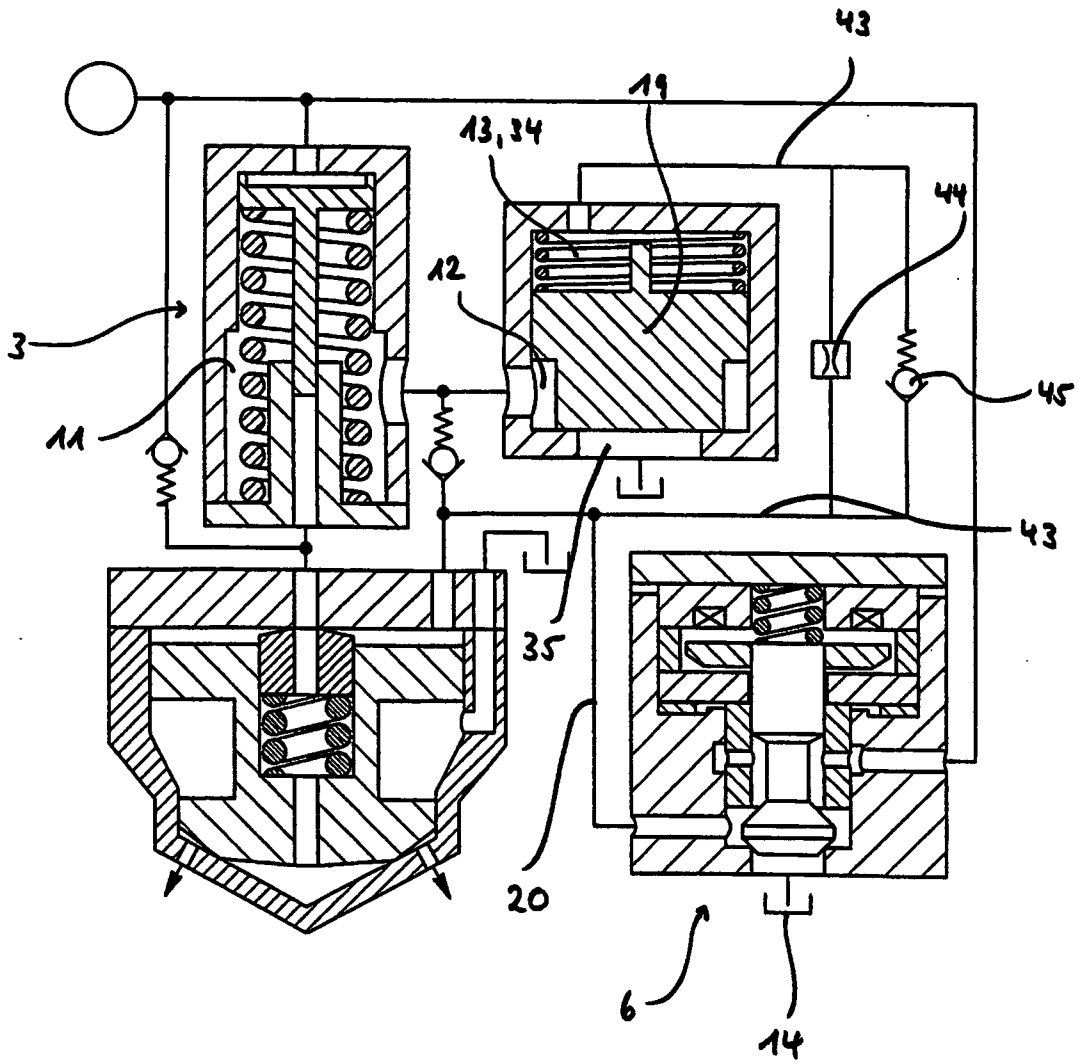


Fig. 4b

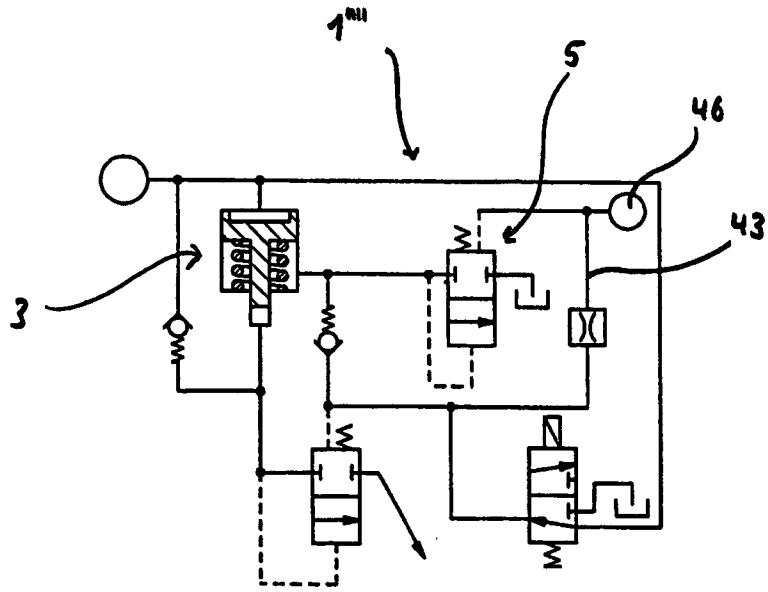


Fig. 5a

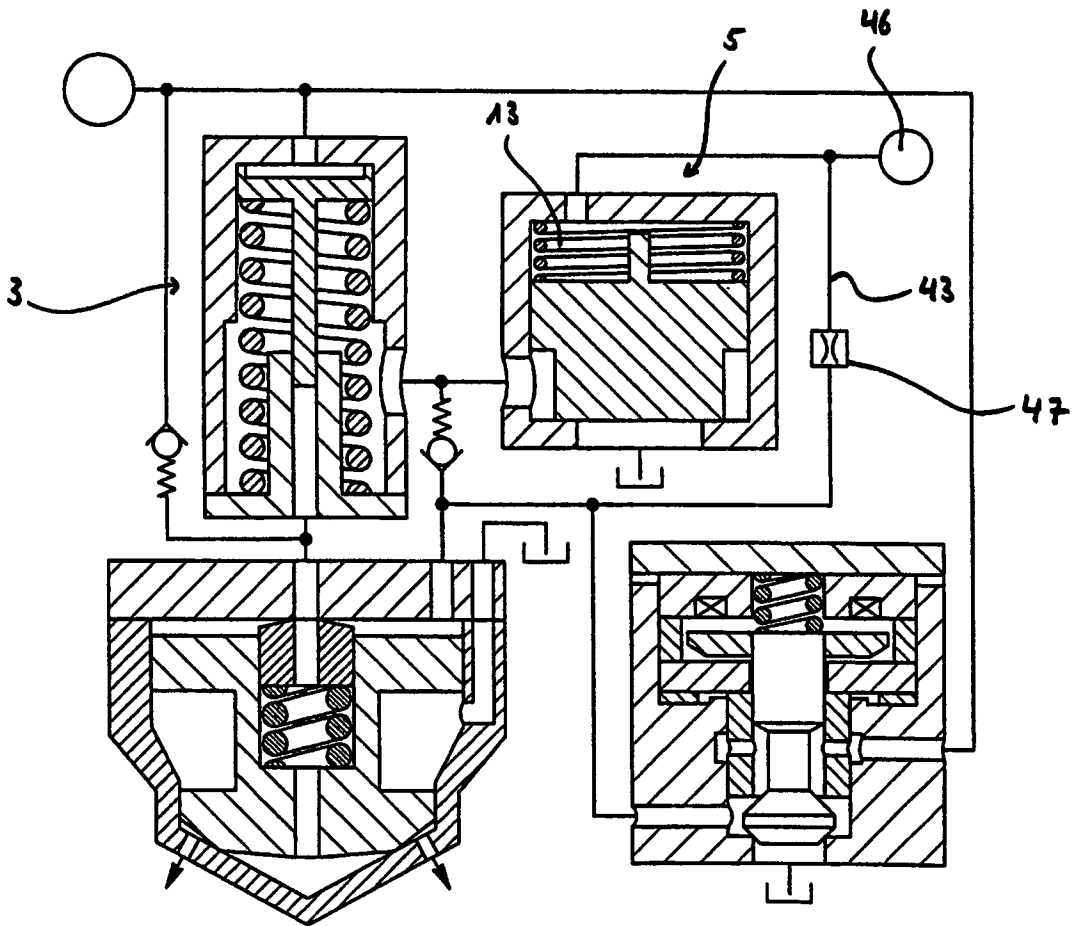


Fig. 5b