

(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
19. Juli 2001 (19.07.2001)

PCT

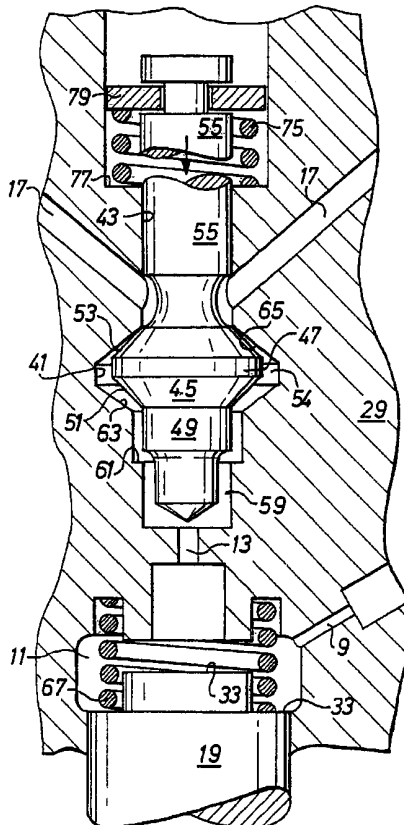
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/51797 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04590 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOECKING, Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 2000 (22.12.2000) (81) Bestimmungsstaaten (national): BR, CN, CZ, IN, JP, US.
(25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 100 01 099.7 13. Januar 2000 (13.01.2000) DE Veröffentlicht:
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONTROL VALVE FOR AN INJECTOR IN A FUEL INJECTION SYSTEM FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES WITH PRESSURE AMPLIFICATION IN THE CONTROL CHAMBER

(54) Bezeichnung: STEUVENTIL FÜR EINEN INJEKTOR EINES KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEMS FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN MIT DRUCKERHÖHUNG IM STEUERRAUM



(57) Abstract: A control valve (15), for injectors in fuel injection systems for internal combustion engines is disclosed, in which a part of the control movement of the regulator (45) serves to increase the pressure in the control chamber (11). The closing times of the injector needle are thus reduced.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuerventil (15) für Injektoren von Einspritzsystemen für Brennkraftmaschinen vorgeschlagen, bei dem ein Teil des Stellwegs des Stellglieds (45) zur Druckerhöhung im Steuerraum (11) dient. Dadurch werden die Schliesszeiten der Düsenadel (19) reduziert.



WO 01/51797 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Steuerventil für einen Injektor eines
Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit
Druckerhöhung im Steuerraum

15 Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Steuerventil für den Injektor
eines Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen
nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen Injektor
20 für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen
nach dem Oberbegriff des nebengeordneten Anspruchs 15.

Im Zuge fortschreitender technischer Entwicklung ist man
bestrebt, die Steuerventile von Injektoren und die
25 Injektoren selbst möglichst kompakt zu bauen und
gleichzeitig kurze Schließzeiten zu realisieren. Aus der EP
0 740 068 A2 ist ein Injektor bekannt, bei dem der
Steuerraum von einer Stirnfläche der Düsennadel begrenzt
wird. Dadurch lässt sich eine kompakte Bauweise erzielen.
30 Allerdings verringert sich die Schließgeschwindigkeit der
Düsennadel durch diese Maßnahme, da eine Überkompensation
der hydraulischen Kräfte in Richtung der Schließbewegung
der Düsennadel nicht möglich ist.

35 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerventil
für einen Injektor bereitzustellen, welches kompakt baut
und hohe Schließgeschwindigkeiten der Einspritzdüse

- 2 -

ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein
Steuerventil für den Injektor eines
5 Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit
einem Gehäuse, wobei das Steuerventil ein Stellglied
aufweist und von einem Aktor betätigt wird, wobei mittels
des Steuerventils eine hydraulische Verbindung zwischen
einem Kraftstoffrücklauf und einem Steuerraum des Injektors
10 herstellbar ist, wobei das Stellglied mit einem Druckkolben
in Wirkverbindung steht, wobei der Druckkolben den
Steuerraum von dem Steuerventil hydraulisch trennt, bevor
eine Schaltstellung des Steuerventils erreicht wird, die
den Steuerraum von dem Steuerventil hydraulisch trennt und
15 wobei der verbleibende Stellweg des Steuerventils bis zum
Erreichen dieser Schaltstellung der Druckerhöhung im
Steuerraum durch den Druckkolben dient.

20 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Steuerventil hat den Vorteil, dass mit
Hilfe eines Teils der Stellbewegung des Steuerventils
Verdrängungsarbeit im Steuerraum verrichtet wird und somit
25 der Druck im Steuerraum durch die Stellbewegung erhöht
wird. Dadurch ergibt sich ein steilerer Druckanstieg im
Steuerraum beim Schließen des Steuerventils und somit auch
ein steilerer Anstieg der auf die Düsenadel wirkenden
Schließkraft. Infolgedessen verkürzt sich die Schließdauer.
30 Durch die verkürzte Schließdauer können Voreinspritzmengen
präziser zugemessen werden, und auch die Steuerung der
Haupteinspritzung kann genauer und mit größeren
Freiheitsgraden erfolgen.

35 Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass das
Stellglied und eine Bohrung des Gehäuses einen Ringraum

- 3 -

bilden, dessen erstes Ende mit dem Kraftstoffrücklauf hydraulisch in Verbindung steht und dessen zweites Ende mit dem Steuerraum hydraulisch in Verbindung steht, und dass das Stellglied mittels eines in einer ersten
5 Führungsbohrung geführten Stößels axial verschiebbar ist und Mittel zum Abdichten des Ringraums vom Steuerraum aufweist. Bei einer alternativen Ausführungsform weist das Stellglied Mittel zum Abdichten des Ringraums vom
10 Kraftstoffrücklauf auf, so dass das erfindungsgemäße Steuerventil auf der Basis eines 2/2-Steuerventils oder auf der Basis eines 2/3-Steuerventils realisierbar ist.

In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Druckkolben an dem dem Stößel abgewandten Ende des
15 Stellglieds mit diesem verbunden ist, dass koaxial zur ersten Führungsbohrung am entgegengesetzten Ende des Ringraums eine zweite Führungsbohrung mit Steuerkante vorhanden ist, und dass die zweite Führungsbohrung, beginnend an der Steuerkante, vom Druckkolben verschließbar
20 ist, so dass die Verdrängungsarbeit im Steuerraum auf einfache und wirksame Weise mit der Stellbewegung des Steuerventils gekoppelt ist.

Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung weisen die
25 Mittel zum Abdichten des Ringraums vom Kraftstoffrücklauf und/oder die Mittel zum Abdichten des Ringraums vom Steuerraum je einen koaxial zur Längsachse des Stößels angeordneten kegelstumpfförmigen Dichtkegel auf, so dass über die gesamte Lebensdauer des Steuerventils eine gute
30 Dichtwirkung erzielt wird.

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen der Bohrung sowie Steuerraum und
Kraftstoffrücklauf Dichtflächen ausgebildet sind, die mit
35 den Mitteln zum Abdichten des Ringraums vom Steuerraum und/oder den Mitteln zum Abdichten des Ringraums vom

- 4 -

Kraftstoffrücklauf zusammenwirken, so dass sich eine einfache und platzsparende Anordnung der Dichtflächen ergibt.

5 Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Schließfeder vorhanden ist, die auf das Stellglied in der Betätigungsrichtung des Aktors einwirkt, so dass auch bei fehlendem Systemdruck das Steuerventil stets eine definierte Schaltstellung einnimmt.

10 Bei einer anderen Ausführungsform ist das Gehäuse zweiteilig ausgeführt, so dass Herstellung und Montage erleichtert werden.

15 In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Steuerventil ein 2/3-Steuerventil ist, so dass die Bemessung kleinster Voreinspritzmengen verbessert wird und gleichzeitig große Haupteinspritzmengen möglich sind.

20 Bei einer anderen Ausgestaltung der Erfindung begrenzen die dem Stellglied abgewandte Stirnseite des Stößels und ein von dem Aktor betätigter Kolben einen flüssigkeitsgefüllten Druckraum eines hydraulischen Übersetzers, so dass Stellweg und Stellkraft des Aktors an die Erfordernisse des
25 erfindungsgemäßen Steuerventils; bzw. des Injektors angepasst werden können.

Bei einer Variante der Erfindung ist der Aktor ein Piezoaktor, so dass große Stellkräfte und ein schnelles
30 Ansprechen gewährleistet sind.

Bei anderen Ausführungsformen der Erfindung ist das Stellglied rotationssymmetrisch, insbesondere im Wesentlichen zylindrisch, oder ist das Stellglied
35 kugelförmig ausgebildet und sind die Mittel zum Abdichten des Ringraums vom Kraftstoffrücklauf und/oder die Mittel

- 5 -

zum Abdichten des Ringraums vom Steuerraum auf der Kugeloberfläche verlaufende Dichtlinien, so dass je nach Betriebsbedingungen ein geeignetes Stellglied verfügbar ist.

5

In weiterer Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Kraftstoffeinspritzsystem ein Common-Rail-Einspritzsystem ist, so dass die Vorteile des erfindungsgemäßen Steuerventils auch diesen Einspritzsystemen zugute kommen.

10

Die eingangs genannte Aufgabe wird auch erfindungsgemäß gelöst durch einen Injektor für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse und mit einem von einem Aktor betätigten Steuerventil, wobei mittels des Steuerventils eine hydraulische Verbindung zwischen einem Kraftstoffrücklauf und einem Steuerraum des Injektors herstellbar ist und wobei das Steuerventil ein Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist. Dieser Injektor weist die zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Vorteile auf.

15

20

In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Steuerraum von einer Stirnfläche der Düsennadel begrenzt wird, so dass sich eine besonders kompakte Bauweise des Injektors ergibt und die Schließzeiten des erfindungsgemäßen Injektors trotzdem sehr kurz sind.

25

30

Zeichnung

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar. Es zeigen:

35

Fig. 1: einen schematisiert dargestellten Injektor;

- 6 -

Fig. 2: eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen
Steuerventils im Schnitt und

5 Fig. 3: den Druckverlauf im Steuerraum sowie die
zugehörigen Steuerventilstellungen zweier
erfindungsgemäßer Ausführungsformen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

10

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Injektor 1 dargestellt.
Über einen nicht dargestellten Hochdruckanschluss wird
Kraftstoff über einen Zulaufkanal 5 zu einer Einspritzdüse
7 sowie über eine Zulaufdrossel 9 in einen Steuerraum 11
15 geführt. Der Steuerraum 11 ist über einen nur angedeuteten
Abflusskanal mit Ablaufdrossel 13 und über ein schamtisch
dargestelltes Steuerventil 15 mittelbar mit einem
Kraftstoffrücklauf 17 verbunden.

20 Der Steuerraum 11 wird von einer Düsennadel 19 begrenzt.
Die Düsennadel 19 verhindert, dass der unter Druck stehende
Kraftstoff zwischen den Einspritzungen in den nicht
dargestellten Brennraum fließt. Die Düsennadel 19 weist
eine Querschnittsänderung 23 von einem größeren Durchmesser
25 auf einen kleineren Durchmesser 27 auf. Mit ihrem
größeren Durchmesser 25 ist die Düsennadel 19 in einem
Gehäuse 29 geführt. Die Querschnittsänderung 23 begrenzt
einen Druckraum 31 der Einspritzdüse 7.

30 Bei geschlossener Ablaufdrossel 13 ist die auf eine
Stirnfläche 33 der Düsennadel 19 wirkende hydraulische
Kraft größer als die auf die Querschnittsänderung 23
wirkende hydraulische Kraft, weil die Stirnfläche 33 der
Düsennadel 19 größer als die Ringfläche der
35 Querschnittsänderung 23 ist. Infolgedessen wird die
Düsennadel 19 in einen Düsennadelsitz 35 gepresst und

- 7 -

dichtet den Zulaufkanal 5 zum nicht dargestellten Brennraum ab.

5 Wenn die nicht dargestellte Hochdruckpumpe des Kraftstoffeinspritzsystems nicht angetrieben wird, weil der Motor steht, dann schließt eine nicht dargestellte Düsenfeder die Einspritzdüse 7 bzw. den Injektor 1.

10 Wenn das Steuerventil 15 geöffnet wird, strömt Kraftstoff vom Steuerraum 11 in den Kraftstoffrücklauf. Dadurch sinkt der Druck im Steuerraum 11 und die auf die Stirnfläche 33 der Düsennadel 19 wirkende hydraulische Kraft nimmt ab. Sobald diese hydraulische Kraft kleiner ist als die auf die Querschnittsänderung 23 wirkende hydraulische Kraft, öffnet 15 die Düsennadel 19, so dass der Kraftstoff durch die nicht dargestellten Spritzlöcher der Einspritzdüse 7 in den Brennraum gelangen kann. Diese indirekte Ansteuerung der Düsennadel 19 über ein hydraulisches Kraftverstärkersystem ist notwendig, weil die zum schnellen Öffnen der Düsennadel 20 19 benötigten großen Kräfte mit dem Steuerventil 15 nicht direkt erzeugt werden können. Die dabei zusätzlich zu der in den Brennraum eingespritzten Kraftstoffmenge benötigte sogenannte "Steuermenge" gelangt über die Zulaufdrossel 9, den Steuerraum 11 und das Steuerventil 15 in den 25 Kraftstoffrücklauf 17.

Zusätzlich zur Steuermenge entsteht auch noch an der Düsennadelführung eine Leckage. Die Steuer- und die Leckagemengen werden über den Kraftstoffrücklauf 17 wieder 30 in den nicht dargestellten Kraftstoffbehälter zurückgeführt. Zwischen den Einspritzungen ist das das Steuerventil 15 und damit auch die Einspritzdüse 7 verschlossen. Betätigt wird das Steuerventil 15 durch einen schematisch dargestellten Aktor 37. Zwischen Steuerventil 35 15 und Aktor 37 kann ein nicht dargestellter hydraulischer Druckübersetzer vorhanden sein.

- 8 -

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Steuerventils 15. In dem Gehäuse 29 ist eine Bohrung 41 vorgesehen. Koaxial zur Bohrung 41 ist eine erste Führungsbohrung 43 vorhanden. In der Bohrung 41 ist ein Stellglied 45 angeordnet, welches einen Bund 47, einen Druckkolben 49 sowie einen ersten Dichtkegel 51 und einen zweiten Dichtkegel 53 aufweist. Die Bohrung 41 und der Bund 47 bilden einen Ringraum 54. Durch eine geeignete Dimensionierung kann der Ringraum 54 die Funktion der Ablaufdrossel übernehmen. In der ersten Führungsbohrung 43 ist ein Stößel 55 geführt, der mit dem Stellglied 45 verbunden ist. Der Druckkolben 57 ist auf der dem Stößel 55 gegenüberliegenden Seite des Stellglieds 45 angeordnet.

Zwischen Ringraum 54 und Ablaufkanal mit Ablaufdrossel 13 ist eine als Stufenbohrung ausgeführte zweite Führungsbohrung 59 vorgesehen. Der Absatz der zweiten Führungsbohrung 59 stellt eine mit dem Druckkolben 49 zusammenwirkende Steuerkante 61 dar. Wenn der Druckkolben 49 so weit in die zweite Führungsbohrung 59 bewegt wird, dass er mit seinem größeren Durchmesser die Steuerkante 61 erreicht, wird die hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum 11 und Kraftstoffrücklauf 17 unterbrochen.

Zwischen der Bohrung 41 und der zweiten Führungsbohrung 59 ist in dem Gehäuse 29 ein erster Dichtsitz 63 ausgebildet, der mit dem ersten Dichtkegel 51 den Ringraum 54 vom Steuerraum 11 hydraulisch trennen kann. Der zweite Dichtkegel 53 kann zusammen mit einem zwischen Bohrung 41 und Kraftstoffrücklauf 17 angeordneten zweiten Dichtsitz 65, den Ringraum 54 vom Kraftstoffrücklauf 17 hydraulisch trennen.

Im Steuerraum 11 ist eine Düsenfeder 67 vorgesehen, die dafür sorgt, dass auch bei fehlendem Kraftstoffdruck die Einspritzdüse 7 geschlossen bleibt.

- 9 -

Betätigt wird das Steuerventil durch einen nicht dargestellten Aktor, der auf den Stößel 55 einwirkt.

5 Eine Schließfeder 75 stützt sich auf der einen Seite gegen einen Absatz 77 des Gehäuses 29 und auf der anderen Seite über einen Seeger-Ring 79 gegen den Stößel 55 ab. Durch die Schließfeder 75 ist sichergestellt, dass das Stellglied 45 auch bei fehlendem Druck im Steuerraum 11 in eine erste Schaltstellung a gebracht wird. Außerdem ist der Aktor nur 10 auf Druck belastet, was insbesondere bei der Verwendung von Piezo-Aktoren wichtig ist, da diese Aktoren nur zuverlässig auf Druck arbeiten.

15 Das erfindungsgemäße Steuerventil 15 wird kann als 2/2-Steuerventil oder 2/3-Steuerventil eingesetzt werden. Nachfolgend wird zunächst die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Steuerventils 15 mit drei Schaltstellungen beschrieben.

20 In der ersten Schaltstellung a sitzt der zweite Dichtkegel 53 auf dem zweiten Dichtsitz 65 auf und der Kraftstoffrücklauf 17 wird von dem Ringraum 54 hydraulisch getrennt.

25 In der zweiten Schaltstellung b sitzt der erste Dichtkegel 51 auf dem ersten Dichtsitz 63 auf und der Steuerraum 11 wird von dem Ringraum 54 hydraulisch getrennt.

30 In beiden Schaltstellungen a und b sind der Steuerraum 11 und Kraftstoffrücklauf 17 hydraulisch getrennt; d. h. die Einspritzdüse 7 ist geschlossen.

35 Beim Übergang von erster Schaltstellung a zu zweiter Schaltstellung b ist für kurze Zeit eine hydraulische Verbindung zwischen Steuerraum 11 und Kraftstoffrücklauf 17 vorhanden; d. h. der Druck im Steuerraum 11 bricht

- 10 -

mindestens teilweise zusammen und die Einspritzdüse 7
öffnet kurzzeitig. Dieses kurzzeitige Öffnen wird für eine
Voreinspritzung genutzt. Die Voreinspritzmenge und -dauer
kann durch die Auslegung des Aktors und des Ablaufkanals
5 mit Ablaufdrossel 13, bzw. des Ringraums 54 mit großer
Wiederholgenauigkeit konstruktiv festgelegt werden.

Bei dem geschilderten Übergang von erster Schaltstellung a
zu zweiter Schaltstellung b wird ein Ventilhub c erreicht,
10 der dadurch gekennzeichnet ist, dass der Druckkolben 49 und
die Steuerkante 61 den Steuerraum 11 gegenüber dem
Kraftstoffrücklauf abschließen. Während des verbleibenden
Ventilhubs bis zum Erreichen der Schaltstellung b wirkt der
Druckkolben 49 bezüglich des Steuerraums 11 wie der Kolben
15 einer Kolbenpumpe und erhöht den Druck im Steuerraum 11.
Durch die Druckerhöhung vergrößert sich auch die auf die
Düsenadel 19 wirkende Schließkraft, was zu einer
Verringerung der Schließdauer führt.

20 In der dritten Schaltstellung d nimmt das Stellglied 45
eine Zwischenstellung ein, in der erster Dichtkegel 51 und
zweiter Dichtkegel 53 nicht auf erstem Dichtsitz 63 oder
zweitem Dichtsitz 65 aufliegen. Die Einspritzung erfolgt im
Wesentlichen zeitgleich mit dem Zeitintervall innerhalb
25 dessen das Steuerventil 15 die Schaltstellung d einnimmt.

Wenn das erfindungsgemäße Steuerventil 15 als 2/2-
Steuerventil betrieben wird, nimmt es zwischen den
Einspritzungen die Schaltstellung b ein. Die
30 Voreinspritzung wird ausgelöst, indem für kurze Zeit die
Schaltstellung d und anschließend wieder die Schaltstellung
b angesteuert wird. Die Haupteinspritzung wird in gleicher
Weise ausgeführt, mit dem Unterschied, dass die
Öffnungsdauer der Einspritzdüse 7 größer ist.

35 Bei dieser Betriebsart wird sowohl nach Beendigung der

- 11 -

Voreinspritzung als auch nach Beendigung der Haupteinspritzung die Schließdauer der Düsennadel 19 durch den Druckkolben 49 in der oben geschilderten Weise verringert.

5

Fig. 3 zeigt den Zusammenhang zwischen den Schaltstellungen, bzw. dem Ventilhub des Steuerventils 15, dem Hub 81 der Düsennadel 19 und dem Druck p im Steuerraum 11.

10

Die Fig. 3a stellt den Druck p im Steuerraum 11 über der Zeit t dar. In Fig. 3b ist der zeitliche Verlauf des Hubs 81 der Düsennadel 19 aufgetragen und die Fig. 3c und 3d geben die zugehörigen Schaltstellungen des Steuerventils 15 an. In Fig. 3c wird das Steuerventil 15 als 2/3-Ventil; in Fig. 3d wird das Steuerventil 15 als 2/2-Ventil betrieben.

15

20

25

Nachfolgend wird zunächst die Funktionsweise des 2/3-Steuerventils 15 beschrieben. Ausgehend von der ersten Schaltstellung a in Fig. 3c wird das Steuerventil 15 vom Aktor in die Schaltstellung d bewegt. Als Folge davon bricht der Druck p ausgehend von p_{HD} (siehe Fig. 3a) im Steuerraum 11 zusammen. Sobald der Druck p_0 unterschritten wird, verlässt die Düsennadel 19 den Düsennadelsitz 35 und die Einspritzung beginnt. Dieser Vorgang ist aus der Zusammenschau der Figuren 3a und 3b ersichtlich.

30

35

Am Ende der Einspritzung wird das Stellglied 45 des Steuerventils 15 in eine mit e in Fig. 3c gekennzeichnete Schaltstellung gebracht. In dieser Schaltstellung findet eine Drosselung des Kraftstoffstroms vom Steuerraum 11 in den Kraftstoffrücklauf 17 zwischen Druckkolben 49 und Steuerkante 61 statt. Dadurch erhöht sich der Druck p im Steuerraum 11, wie aus Fig. 3a ersichtlich ist.

Wenn der Druck p im Steuerraum 11 ausreichend hoch ist,

- 12 -

wird das Stellglied 45 in die zweite Schaltstellung b bewegt. Sobald das Steuerventil 15 den Ventilhub c erreicht und der Druckkolben 49 den Steuerraum 11 gegen den Kraftstoffrücklauf 17 an der Steuerkante 61 abdichtet, wirkt der Druckkolben 49 wie eine Kolbenpumpe druckerhöhend im Steuerraum 11. Die Schaltstellung e und der Ventilhub c befinden sich in unmittelbarer Nähe zueinander, so dass sie in der in Fig. 3c gewählten Auflösung nahezu identisch sind. Die Verdrängungsarbeit des Druckkolbens 49 ist als schraffierte Fläche 83 in Fig. 3a dargestellt. Die durchgezogene Linie 85 stellt den Druckverlauf eines Steuerventils nach dem Stand der Technik dar, während die gestrichelte Linie 87 den Druckverlauf eines erfindungsgemäßen Steuerventils 15 darstellt.

Die Verkürzung der Schließdauer des Injektors durch die Druckerhöhung im Steuerraum 11 ist aus Fig. 3b entnehmbar. Die durchgezogene Linie 89 stellt die Schließbewegung einer Düsenadel eines Injektors nach dem Stand der Technik dar, während die gestrichelte Linie 91 die Schließbewegung einer Düsenadel eines erfindungsgemäßen Injektors 1 darstellt. Die Verkürzung der Schließdauer des Injektors durch die Druckerhöhung im Steuerraum 11 ist in Fig. 3b mit 93 bezeichnet.

Während des Übergangs zwischen beiden Schaltstellungen a und b öffnet die Düsenadel 19 ein wenig und die Voreinspritzmenge wird in den Brennraum eingespritzt. Um die Voreinspritzmenge zu erhöhen kann das Steuerventil 15 während der Voreinspritzung auch kurzzeitig in der Schaltstellung d verharren.

Die in Fig. 3 nicht dargestellte Haupteinspritzung erfolgt, indem das Steuerventil von der zweiten Schaltstellung b in die Schaltstellung d gesteuert wird. Diese Schaltstellung wird solange aufrecht erhalten, bis die erforderliche

- 13 -

Einspritzmenge eingespritzt wurde. Danach wird die
Haupteinspritzung beendet, indem das Steuerventil in die
erste Schaltstellung a gebracht wird. Anhand dieses Ablaufs
wird auch ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen
5 Steuerventils deutlich: Der Aktor muss lediglich beim
Übergang von der ersten Schalstellung a in die zweite
Schaltstellung b Arbeit gegen den Druck im Steuerraum 11
verrichten, so dass der Bedarf an Antriebsenergie sehr
gering ist. Außerdem führt der während dieses Übergangs
10 sinkende Druck im Steuerraum zu einer geringen
Leistungsanforderung.

Wenn das Steuerventil 15 als 2/2-Steuerventil betrieben
wird, wird die Einspritzung ausgelöst, indem das
15 Steuerventil 15 von der Schaltstellung b in Fig. 3d in eine
Zwischenstellung f gebracht wird. Mit Überschreiten des
Ventilhubs c öffnet das Steuerventil 15 und der Druck p im
Steuerraum 11 bricht zusammen. Die Einspritzung wird
beendet, wenn das Steuerventil 15 von der Zwischenstellung
20 f wieder in die Schaltstellung b bewegt wird. Mit Erreichen
der Schaltstellung c dichtet der Druckkolben 49 den
Steuerraum 11 gegen den Kraftstoffrücklauf 17 an der
Steuerkante 61 ab und wirkt wie eine Kolbenpumpe
druckerhöhend im Steuerraum 11. Die Verdrängungsarbeit ist
25 in Fig. 3a als schraffierte Fläche 83 dargestellt. Die
durchgezogene Linie 85 stellt den Druckverlauf eines
Steuerventils nach dem Stand der Technik dar, während die
gestrichelte Linie 87 den Druckverlauf eines
erfindungsgemäßen Steuerventils 15 darstellt.

30 Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und
der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln
als auch in beliebiger Kombination miteinander
erfindungswesentlich sein.

35

5

Ansprüche

10 1. Steuerventil für den Injektor (1) eines
Kraftstoffeinspritzsystems für Brennkraftmaschinen mit
einem Gehäuse, wobei das Steuerventil (15) ein Stellglied
(45) aufweist und von einem Aktor (37) betätigt wird, wobei
15 mittels des Steuerventils (15) eine hydraulische Verbindung
zwischen einem Kraftstoffrücklauf (17) und einem Steuerraum
(11) des Injektors (1) herstellbar ist, dadurch
gekennzeichnet, dass das Stellglied (45) mit einem
Druckkolben (49) in Wirkverbindung steht, dass der
Druckkolben (49) den Steuerraum (11) von dem Steuerventil
20 (15) hydraulisch trennt, bevor eine Schaltstellung (b) des
Steuerventils (15) erreicht wird, die den Steuerraum (11)
von dem Steuerventil (15) hydraulisch trennt, und dass der
verbleibende Stellweg des Steuerventils (15) bis zum
Erreichen dieser Schaltstellung (b) der Druckerhöhung im
25 Steuerraum (11) durch den Druckkolben (49) dient.

2. Steuerventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass das Stellglied (45) und eine Bohrung (41) des Gehäuses
(29) einen Ringraum (54) bilden, dessen erstes Ende mit dem
30 Kraftstoffrücklauf (17) hydraulisch in Verbindung steht und
dessen zweites Ende mit dem Steuerraum (11) hydraulisch in
Verbindung steht, und dass das Stellglied (45) mittels
eines in einer ersten Führungsbohrung (43) geführten
Stößels (55) axial verschiebbar ist und Mittel (51) zum
35 Abdichten des Ringraums (54) vom Steuerraum (11) aufweist.

- 15 -

3. Steuerventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (45) Mittel (53) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Kraftstoffrücklauf (17) aufweist.

5

4. Steuerventil nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckkolben (49) an dem dem Stößel (55) abgewandten Ende des Stellglieds (45) mit diesem verbunden ist, dass koaxial zur ersten Führungsbohrung (43) am entgegengesetzten Ende des Ringraums (54) eine zweite Führungsbohrung (59) mit Steuerkante (61) vorhanden ist, und dass die zweite Führungsbohrung (59) beginnend an der Steuerkante (61) vom Druckkolben (49) verschließbar ist.

10

5. Steuerventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (53, 51) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Kraftstoffrücklauf (17) und/oder die Mittel (51) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Steuerraum (11) je einen koaxial zur Längsachse des Stößels (55) angeordneten kegelstumpfförmigen Dichtkegel (53, 51) aufweisen.

15

20

6. Steuerventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Bohrung (41) sowie Steuerraum (11) und Kraftstoffrücklauf (17) Dichtflächen (63, 65) ausgebildet sind, die mit den Mitteln (51) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Steuerraum (11) und/oder den Mitteln (53) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Kraftstoffrücklauf (17) zusammenwirken.

25

30

7. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schließfeder (75) vorhanden ist, die auf das Stellglied (45) in der Betätigungsrichtung des Aktors (37) einwirkt.

35

8. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 16 -

dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (29) einteilig ausgeführt ist.

- 5 9. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (15) ein 2/3-Steuerventil ist.
- 10 10. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Stellglied (45) abgewandte Stirnseite des Stößels (55) und ein von dem Aktor (37) betätigter Kolben einen flüssigkeitsgefüllten Druckraum eines hydraulischen Übersetzers begrenzen.
- 15 11. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (37) ein Piezo-Aktor ist.
- 20 12. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (45) rotationssymmetrisch, insbesondere im Wesentlichen zylindrisch ist.
- 25 13. Steuerventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (45) kugelförmig ausgebildet ist, und dass die Mittel (53) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Kraftstoffrücklauf (17) und/oder die Mittel (51) zum Abdichten des Ringraums (54) vom Steuerraum (11) auf der Kugeloberfläche verlaufende Dichtlinien sind.
- 30 14. Steuerventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffeinspritzsystem ein Common-Rail-Einspritzsystem ist.
- 35 15. Injektor (1) für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (29) und mit einem

- 17 -

von einem Aktor (37) betätigten Steuerventil (15), wobei
mittels des Steuerventils (15) eine hydraulische Verbindung
zwischen einem Kraftstoffrücklauf (15) und einem Steuerraum
(11) des Injektors (1) herstellbar ist, dadurch
5 gekennzeichnet, dass das Steuerventil (15) ein Steuerventil
nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist.

16. Injektor (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
dass der Steuerraum (11) von einer Stirnfläche (33) der
10 Düsennadel (19) begrenzt wird.

Fig. 1

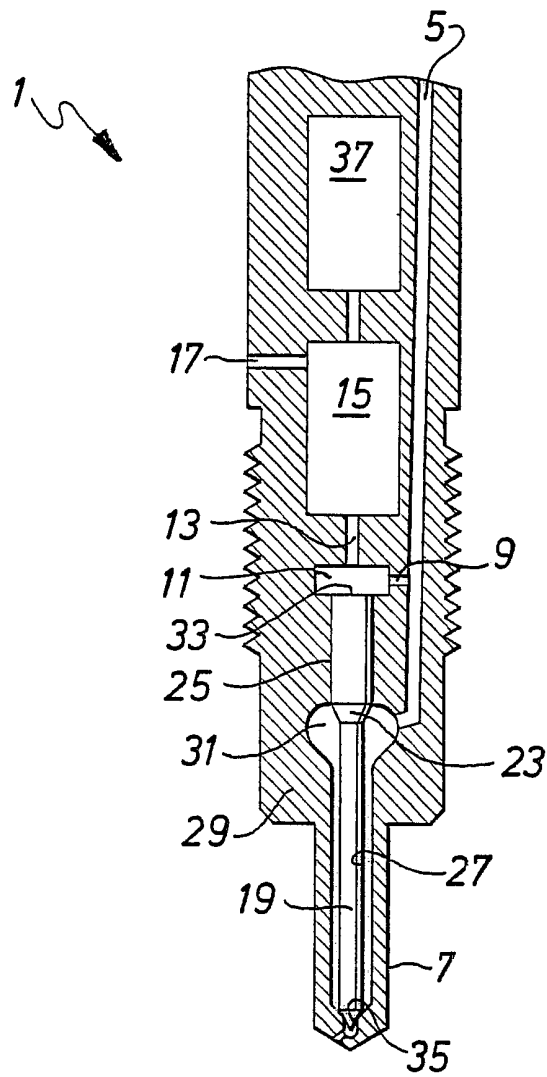


Fig. 2

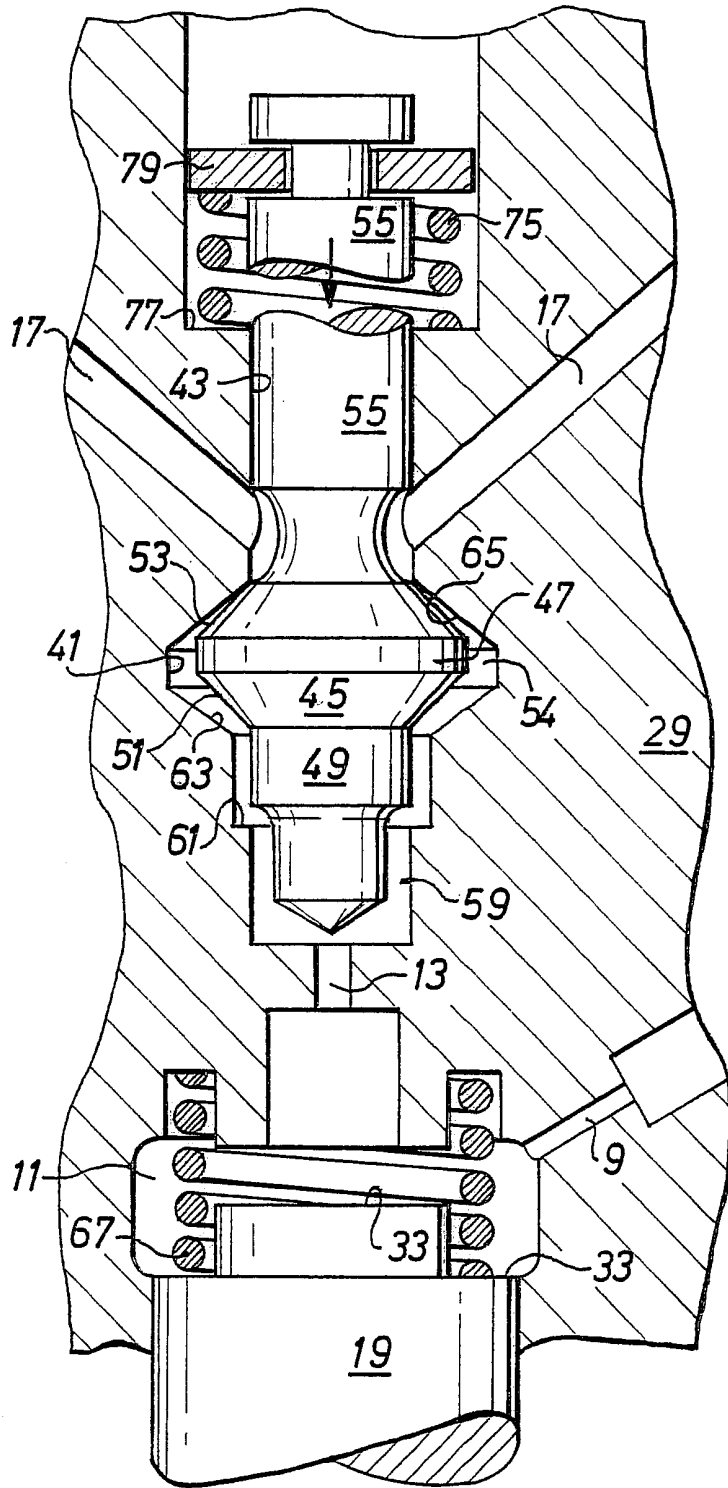


Fig.3a

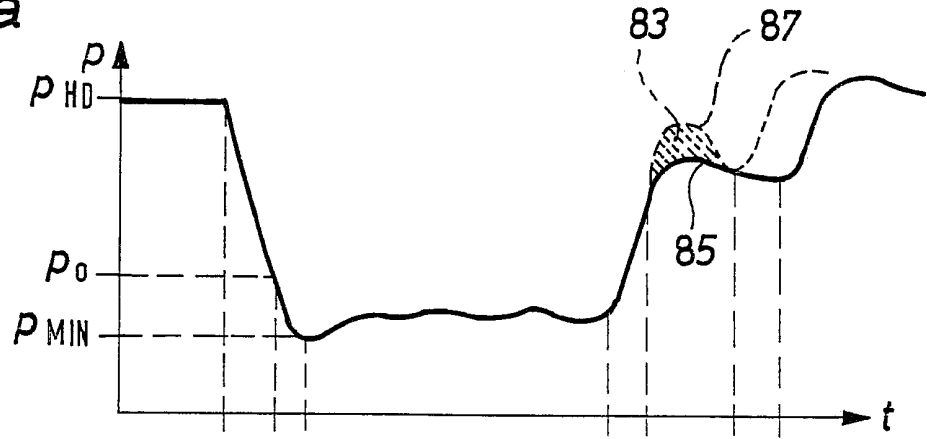


Fig.3b

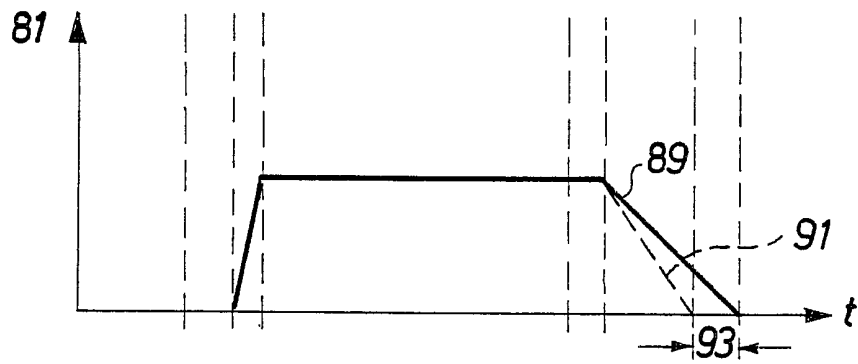


Fig.3c

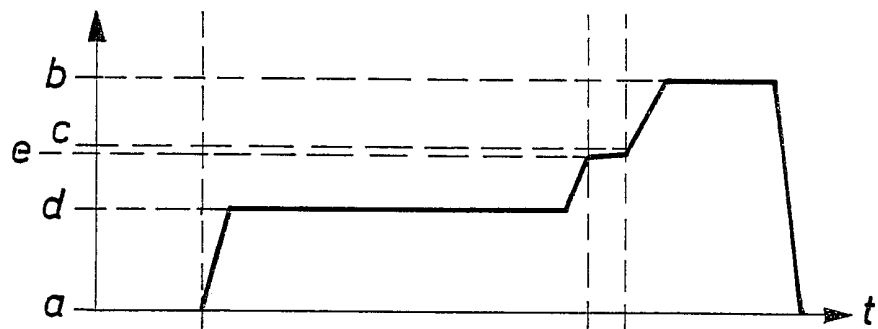


Fig.3d

