

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 260 700 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
02.02.2005 Patentblatt 2005/05

(51) Int Cl.7: **F02M 45/00**, F02M 47/02,
F02M 55/02

(21) Anmeldenummer: **02008447.1**

(22) Anmeldetag: **13.04.2002**

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

Fuel injection system for internal combustion engine

Système d'injection de carburant pour moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **17.05.2001 DE 10123995**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.2002 Patentblatt 2002/48

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

(72) Erfinder:
• **Rodriguez-Amaya, Nestor**
70372 Stuttgart (DE)

- **Potschin, Roger**
74336 Brackenheim (DE)
- **Gruen, Juergen**
71254 Ditzingen (DE)
- **Projahn, Ulrich**
71229 Leonberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 957 261 **EP-A- 1 002 948**
DE-A- 19 939 421

EP 1 260 700 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die DE 199 39 421 A bekannt. Bei dieser Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist eine gemeinsame Kraftstoffpumpe für alle Zylinder der Brennkraftmaschine vorgesehen, die in üblicher Weise einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter zugeführt wird und der über eine Verteilereinrichtung mit an den Zylindern der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventilen verbindbar ist. Jedes Kraftstoffeinspritzventil weist dabei ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum verbindbaren Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung bewegbar ist. Es ist ein erstes elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsraum gesteuert wird. Außerdem ist ein zweites elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das der in einem Steuerdruckraum des Kraftstoffeinspritzventils herrschende Druck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist. Weiterhin ist ein drittes elektrisch gesteuertes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Druckraums des Kraftstoffeinspritzventils mit einem Entlastungsraum gesteuert wird, wobei in dieser Verbindung ein zum Entlastungsraum hin öffnendes Druckbegrenzungsventil angeordnet ist. Durch das dritte Steuerventil ist eine Kraftstoffeinspritzung, beispielsweise eine Voreinspritzung und/oder eine Nacheinspritzung, mit einem durch das Druckbegrenzungsventil bestimmten Druckniveau ermöglicht. Nachteilig bei der bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist, dass für jedes der Steuerventile ein eigener Aktor erforderlich ist, wodurch der Aufbau der Kraftstoffeinspritzeinrichtung sehr aufwendig ist.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass der Aufbau der Kraftstoffeinspritzeinrichtung vereinfacht ist, da für das erste und das dritte Steuerventil nur ein Aktor erforderlich ist.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben.

Zeichnung

[0005] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einer ersten Ausführungsform, Figur 2 einen Verlauf eines Druckes an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung und Figur 3 ausschnittsweise eine modifizierte Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In den Figuren 1 und 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist vorzugsweise als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffpumpe 10, ein Kraftstoffeinspritzventil 12 und eine das Kraftstoffeinspritzventil 12 mit der Kraftstoffpumpe 10 verbindende Leitung 14 auf. Die Kraftstoffpumpe 10 weist einen in einem Zylinder 16 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt im Zylinder 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird mittels einer Förderpumpe 21 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt. Zwischen der Förderpumpe 21 und dem Pumpenarbeitsraum 22 ist ein zum Pumpenarbeitsraum 22 öffnendes Rückschlagventil 23 angeordnet. In der Leitung 14 kann ein aus dem Pumpenarbeitsraum 22 öffnendes weiteres Rückschlagventil 25 angeordnet sein. Die Förderleitung 13 von der Förderpumpe 21 mündet zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem weiteren Rückschlagventil 25.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 ist getrennt von der Kraftstoffpumpe 10 angeordnet und über die Leitung 14 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 verbunden. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, in dem ein Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 in dessen dem Brennraum zugewandtem Endbereich ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von

dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der in seinem dem Ventilsitz 36 abgewandten Endbereich durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist auf Höhe des Druckraums 40 durch eine Querschnittsverringerng eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt. An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Kolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Kolben 50 begrenzt mit seiner dem Einspritzventilglied 28 abgewandten Stirnseite einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26. Im Ventilkörper 26 ist ein Kanal 54 ausgebildet, in den die Leitung 14 zur Kraftstoffpumpe 10 mündet und der in den Druckraum 40 mündet.

[0008] Vom Kanal 54 des Kraftstoffeinspritzventils 12 zweigt eine Verbindung 56 zum Steuerdruckraum 52 ab. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist ein nahe der Kraftstoffpumpe 10 angeordnetes erstes Steuerventil 60 auf, das beispielsweise in die Kraftstoffpumpe 10 integriert sein kann. Durch das erste Steuerventil 60 wird eine Verbindung 59 des Pumpenarbeitsraums 22 der Kraftstoffpumpe 10 mit einem Entlastungsraum gesteuert, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dienen kann. Die Verbindung 59 zweigt stromabwärts des Rückschlagventils 25 von der Leitung 14 ab.

[0009] Das erste Steuerventil 60 kann druckausgeglichen oder nicht druckausgeglichen ausgebildet sein. Das erste Steuerventil 60 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet und durch dieses wird in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 59 zum Entlastungsraum 24 geöffnet und in einer zweiten Schaltstellung wird die Verbindung 59 zum Entlastungsraum 24 getrennt.

[0010] Zur Steuerung des Druckes im Steuerdruckraum 52 ist ein zweites Steuerventil 68 vorgesehen, durch das eine Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit einem Entlastungsraum, beispielsweise dem Kraftstoffvorratsbehälter 24, gesteuert wird. Das zweite Steuerventil 68 ist elektrisch steuerbar und weist einen Aktor 69 auf, der ein Elektromagnet oder ein Piezoaktor sein kann, der durch eine Steuereinrichtung 66 elektrisch angesteuert wird und durch den ein Ventilglied des Steuerventils 68 bewegbar ist. Das zweite Steuerventil 68 ist vorzugsweise druckausgeglichen ausgebildet. Das zweite Steuerventil 68 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet, durch das in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und durch das

in einer zweiten Schaltstellung die Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist. In der Verbindung 59 des Steuerdruckraums 52 mit der Leitung 14 ist eine Drosselstelle 58 vorgesehen und in der Verbindung 70 des Steuerdruckraums 52 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 ist zwischen dem Steuerdruckraum 52 und dem zweiten Steuerventil 68 eine weitere Drosselstelle 71 vorgesehen. Das zweite Steuerventil 68 wird ebenfalls durch die Steuereinrichtung 66 gesteuert. Die Steuerung der Steuerventile 60,68 durch die Steuereinrichtung 66 erfolgt abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Drehzahl, Last und Temperatur.

[0011] Es ist außerdem ein drittes Steuerventil 74 vorgesehen, durch das eine weitere Verbindung 75 des Pumpenarbeitsraums 22 mit einem Entlastungsraum gesteuert wird, als der wiederum der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dienen kann. In der Verbindung 75 ist ein zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 hin öffnendes Druckbegrenzungsventil 76 angeordnet. Das Druckbegrenzungsventil 76 weist beispielsweise ein durch eine Schließfeder 77 belastetes Ventilglied 78 auf, das gegen die Kraft der Schließfeder 77 zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 hin in Öffnungsrichtung bewegbar ist. Das Druckbegrenzungsventil 76 ist vorzugsweise wie in Figur 1 dargestellt stromaufwärts vor dem dritten Steuerventil 74 angeordnet, wobei das dritte Steuerventil 74 hierbei nicht druckausgeglichen zu sein braucht. Das Druckbegrenzungsventil 76 kann jedoch auch wie in Figur 3 dargestellt stromabwärts nach dem dritten Steuerventil 74 angeordnet sein, wobei dann das dritte Steuerventil 74 vorzugsweise druckausgeglichen ausgebildet ist. Das dritte Steuerventil 74 ist als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet und durch dieses wird in einer ersten Schaltstellung die Verbindung 75 zum Entlastungsraum 24 geöffnet und in einer zweiten Schaltstellung wird die Verbindung 75 zum Entlastungsraum 24 getrennt.

[0012] Das erste Steuerventil 60 und das dritte Steuerventil 74 werden vorzugsweise durch einen gemeinsamen durch die Steuereinrichtung 66 elektrisch angesteuerten Aktor 80 gesteuert. Das erste Steuerventil 60 und das dritte Steuerventil 74 können an der Kraftstoffpumpe 10 angeordnet sein. Die Steuerventile 60,74 können beispielsweise nebeneinander angeordnet sein. Durch den Aktor 80 wird der in einem Aktordruckraum 82 herrschende Druck gesteuert, wobei der Aktordruckraum 82 mit einer Hydraulikflüssigkeit, insbesondere Kraftstoff gefüllt ist. Der Aktor 80 ist vorzugsweise als Piezoaktor ausgebildet, der abhängig von der Höhe einer an diesen angelegten elektrischen Spannung seine Länge ändert. Die beiden Steuerventile 60, 74 weisen jeweils ein Steuerventilglied 62,86 auf, das vom Druck im Aktordruckraum 82 beaufschlagt ist und gegen die Kraft einer Rückstellfeder 63,87 bewegbar ist. Die Vorspannung der Rückstellfeder 87 des dritten Steuerventils 74 ist größer als die Vorspannung der Rückstellfeder 63 des ersten Steuerventils 60. Das erste Steuer-

ventil 60 und das dritte Steuerventil 74 ist bei geringem Druck im Aktordruckraum 82 geöffnet, so daß beide Verbindungen 59 und 75 des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Entlastungsraum 24 geöffnet sind. Wenn der Druck im Aktordruckraum 82 durch entsprechende Ansteuerung des Aktors 80 durch die Steuereinrichtung 66 auf ein erstes Druckniveau erhöht wird, so schaltet das erste Steuerventil 60 wegen der geringeren Vorspannung von dessen Rückstellfeder 63 in seine geschlossene Stellung, so daß die Verbindung 59 des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Entlastungsraum 24 getrennt ist. Das dritte Steuerventil 74 bleibt bei diesem Druckniveau jedoch wegen der höheren Vorspannung von dessen Rückstellfeder 87 noch in seiner geöffneten Stellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 bei Überschreiten des durch das Druckbegrenzungsventil 76 eingestellten Drucks über die geöffnete Verbindung 75 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. Erst wenn der Druck im Aktordruckraum 82 durch entsprechende Ansteuerung des Aktors 80 durch die Steuereinrichtung 66 weiter auf ein zweites Druckniveau erhöht wird, schaltet das dritte Steuerventil 74 in seine geschlossene Stellung um, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 ganz getrennt ist. Das erste Steuerventil 60 bleibt bei Erhöhung des Drucks im Aktordruckraum 82 in seiner geschlossenen Stellung.

[0013] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird durch die Förderpumpe 21 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 durch das geöffnete Rückschlagventil 23 über die Leitung 13 in den Pumpenarbeitsraum 22 gefördert. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 schließt das Rückschlagventil 23 und das Rückschlagventil 25 öffnet, wobei das erste Steuerventil 60 geöffnet ist, so daß die Verbindung 59 mit dem Entlastungsraum 24 geöffnet ist. Die Kraftstoffeinspritzung beginnt mit einer Voreinspritzung, wobei das erste Steuerventil 60 geschlossen wird, indem der Aktor 80 durch die Steuereinrichtung 66 derart angesteuert wird, daß der Druck im Aktordruckraum 82 auf das erste Druckniveau ansteigt und das erste Steuerventil 60 in seine geschlossene Stellung umschaltet und die Verbindung 59 zum Entlastungsraum 24 getrennt ist. Das dritte Steuerventil 74 verbleibt in seiner geöffneten Stellung. Im Pumpenarbeitsraum 22 und in der Leitung 14 sowie im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 kann sich somit nur ein Druck aufbauen, wie er durch das Druckbegrenzungsventil 76 eingestellt wird. Wenn der durch das Druckbegrenzungsventil 76 eingestellte Druck überschritten wird, so öffnet das Druckbegrenzungsventil 76 und Kraftstoff strömt durch das geöffnete dritte Steuerventil 74 und die Verbindung 75 in den Entlastungsraum 24. Nachfolgend bleibt der in der Leitung 14 und dem Druckraum 40 herrschende Druck zumindest annähernd konstant. Der Öffnungsdruck des Druckbegrenzungsventils 76 wird durch die Vorspannung von dessen Schließfeder 77 bestimmt. Die Voreinspritzung erfolgt mit einem durch das Druckbegren-

zungsventil 76 begrenzten Druck. Das zweite Steuerventil 68 wird durch eine entsprechende Ansteuerung des Aktors 69 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. Infolge des geöffneten zweiten Steuerventils 68 kann sich im Steuerdruckraum 52 trotz dessen Verbindung 56 mit der Leitung 14 kein erhöhter Druck aufbauen, sondern dieser wird zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 hin abgebaut. Durch die Drosselstellen 58 und 71 wird erreicht, daß aus dem Kanal 54 nur eine geringe Kraftstoffmenge in den Kraftstoffvorratsbehälter 24 abfließen kann. Wenn der im Druckraum 40 herrschende Druck eine derartige Höhe erreicht hat, daß dieser über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 eine in Öffnungsrichtung 29 wirkende Kraft ausübt, die größer ist als die Kraft der Schließfeder 44 und die durch den im Steuerdruckraum 52 herrschenden Restdruck auf den Kolben 50 ausgeübte Kraft, so hebt das Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 ab und Kraftstoff wird durch die Einspritzöffnungen 32 in den Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Öffnungsdruck des Kraftstoffeinspritzventils 12 ist dabei wegen dem geöffneten zweiten Steuerventil 68 nur von der Kraft der Schließfeder 44 und der durch den im Steuerdruckraum 52 herrschenden Restdruck auf den Kolben 50 ausgeübten Kraft abhängig.

[0014] In Figur 2 ist der Verlauf des Druckes p an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 über der Zeit t während einem Einspritzzyklus dargestellt. Die Voreinspritzung entspricht dabei einer in Figur 2 mit I bezeichneten Einspritzphase.

[0015] Zur Beendigung der Voreinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und sich im Steuerdruckraum 52 über dessen Verbindung 56 mit der Leitung 14 ein erhöhter Druck aufbaut. Hierdurch wird über den Kolben 50 auf das Einspritzventilglied 28 eine die Kraft der Schließfeder 44 unterstützende Kraft erzeugt, so daß das Einspritzventilglied 28 entgegen seiner Öffnungsrichtung 29 bewegt und mit seiner Dichtfläche 34 am Ventilsitz 36 zur Anlage kommt und die Voreinspritzung beendet wird. Alternativ oder zusätzlich kann zur Beendigung der Voreinspritzung auch das erste Steuerventil 60 geöffnet werden, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22, der Leitung 14 und dem Druckraum 40 kein Hochdruck mehr aufbauen kann und das Kraftstoffeinspritzventil 12 durch die Kraft der Schließfeder 44 schließt.

[0016] Für eine nachfolgende Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 wieder entlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Das erste Steuerventil 60 wird durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß die Verbindung 59 des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Entlastungsraum 24 getrennt ist. Das dritte Steuerventil 74 bleibt beim Beginn der Haupteinspritzung geöffnet, so daß die Verbindung

75 zum Entlastungsraum 24 geöffnet ist und sich in der Leitung 14 und dem Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 der durch das Druckbegrenzungsventil 76 vorgegebene Druck aufbaut. Die Haupteinspritzung beginnt dann mit einem Druckniveau wie auch die Vor-
 einspritzung erfolgt ist. Die Haupteinspritzung beginnt bei geschlossenem drittem Steuerventil 74 mit einem höheren Druckniveau als bei zunächst geöffnetem drittem Steuerventil 74. Anschließend wird das dritte Steuerventil 74 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß die Verbindung 75 mit dem Entlastungsraum 24 getrennt ist und die Haupteinspritzung erfolgt weiter mit einem Druck, wie er entsprechend dem Profil des Nockens 20 im Pumpenarbeitsraum 22 erzeugt wird. Es kann auch vorgesehen sein, daß zunächst das dritte Steuerventil 74 geschlossen wird, jedoch das zweite Steuerventil 68 noch geschlossen bleibt, so daß noch keine Einspritzung erfolgt. Das zweite Steuerventil 68 wird dann erst verzögert geöffnet, wodurch der Beginn der Haupteinspritzung verzögert wird und außerdem die Haupteinspritzung bei einem höheren Druck beginnt. Die Haupteinspritzung entspricht in Figur 2 einer mit II bezeichneten Einspritzphase, wobei der Druckverlauf mit durchgezogener Linie für den Fall dargestellt ist, daß das dritte Steuerventil 74 zu Beginn geöffnet ist, und der Druckverlauf mit gestrichelter Linie für den Fall dargestellt ist, daß das dritte Steuerventil 74 schon zu Beginn geschlossen ist.

[0017] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist und sich im Steuerdruckraum 52 durch dessen Verbindung mit der Leitung 14 und damit dem Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbaut, durch den das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen wird. Das erste Steuerventil 60 und das dritte Steuerventil 74 bleiben dabei geschlossen, so daß die Verbindungen 59 und 75 zum Entlastungsraum 24 getrennt sind. Für eine Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 nochmals geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 wieder entlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet.

[0018] Die Nacheinspritzung erfolgt mit einem Druckverlauf entsprechend dem Profil des Nockens 20. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 66 geschlossen und/oder das erste Steuerventil 60 durch die Steuereinrichtung 66 geöffnet. Die Nacheinspritzung entspricht einer in Figur 2 mit III bezeichneten Einspritzphase.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit wenigstens einer Kraftstoffpumpe (10), die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hub-

bewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) zugeführt wird und der mit einem Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbundenen Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, mit einem ersten elektrisch gesteuerten Steuerventil (60), durch das eine Verbindung (59) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird, mit einem zweiten elektrisch gesteuerten Steuerventil (68), durch das der in einem Steuerdruckraum (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) herrschende Druck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist, und mit einem dritten elektrisch gesteuerten Steuerventil (74), durch das eine Verbindung (75) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird, in der ein zum Entlastungsraum (24) hin öffnendes Druckbegrenzungsventil (76) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffpumpe (10) mit jeweils einem ersten Steuerventil (60) und einem dritten Steuerventil (74) vorgesehen ist und dass das erste Steuerventil (60) und das dritte Steuerventil (74) der Kraftstoffpumpe (10) durch einen gemeinsamen elektrisch angesteuerten Aktor (80) gesteuert werden.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch den Aktor (80) der in einem Aktordruckraum (82) herrschende Druck gesteuert wird, durch den das erste Steuerventil (60) und das dritte Steuerventil (74) beaufschlagt sind.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Druckbegrenzungsventil (76) in der Verbindung (75) stromaufwärts des dritten Steuerventils (74) angeordnet ist.

Claims

1. Fuel injection device for internal combustion engines, with at least one fuel pump (10) which has a pump piston (18) which is driven in a lifting movement by the internal combustion engine and which delimits a pump working space (22), to which fuel is supplied from the fuel storage tank (24) and which is connected to a fuel injection valve (12) having an injection-valve member (28), by means of which at

least one injection orifice (32) is controlled and which can be moved in an opening direction (29), counter to a closing force, by the pressure prevailing in a pressure space (40) connected to the pump working space (22), with a first electrically controlled control valve (60), by means of which a connection (59) of the pump working space (22) with a relief space (24) is controlled, with a second electrically controlled control valve (68), by means of which is controlled the pressure which prevails in a control-pressure space (52) of the fuel injection valve (12) and by which the injection-valve member (28) is acted upon at least indirectly in the closing direction, and with a third electrically controlled control valve (24), by means of which a connection (75) of the pump working space (22) with a relief space (24) is controlled, the said connection having arranged in it a pressure-limiting valve (26) opening towards the relief space (24), **characterized in that** a fuel pump (10), in each case with a first control valve (60) and with a third control valve (74), is provided for each cylinder of the internal combustion engine, and **in that** the first control valve (60) and the third control valve (74) of the fuel pump (10) are controlled by means of a common electrically activated actuator (80).

2. Fuel injection device according to Claim 1, **characterized in that** the pressure which prevails in an actuator pressure space (82) and by which the first control valve (60) and the third control valve (74) are acted upon is controlled by means of the actuator (80).
3. Fuel injection device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the pressure-limiting valve (76) is arranged upstream of the third control valve (74) in the connection (75).

Revendications

1. Système d'injection de carburant pour moteurs à combustion interne comprenant
 - au moins une pompe à carburant (10) qui présente un piston de pompe (18) qui, entraîné dans un mouvement linéaire par le moteur à combustion interne, délimite dans la pompe (22) un espace fonctionnel qui reçoit le carburant d'un réservoir de carburant (24), et est relié à un injecteur de carburant (12) qui présente un organe de soupape (28) permettant de commander au moins un orifice d'injection (32) et qui peut être déplacé dans une direction d'ouverture (29) sous l'action d'une force de fermeture exercée par la pression régnant dans une chambre de compression (40) reliée à l'es-

- pace fonctionnel de la pompe (22),
- une première soupape de commande activée électriquement (60) qui permet de commander une liaison (59) entre l'espace fonctionnel de la pompe (22) et un espace de décharge (24),
- une deuxième soupape de commande activée électriquement (68) qui permet de commander la pression régnant dans une chambre de compression de commande (52) de l'injecteur de carburant (12), pression qui sollicite l'organe de soupape (28) au moins indirectement dans la direction de fermeture, et
- une troisième soupape de commande activée électriquement (74) qui permet de commander une liaison (75) entre l'espace fonctionnel de pompe (22) et un espace de décharge (24) dans lequel est disposée une soupape de limitation de pression (76) s'ouvrant vers l'espace de décharge (24),

caractérisé en ce que

pour chaque cylindre du moteur à combustion interne, une pompe à carburant (10) est prévue avec à chaque fois une première soupape de commande (60) et une troisième soupape de commande (74), et la première soupape de commande (60) et la troisième soupape de commande (74) de la pompe à carburant (10) sont commandées par un actionneur (80) commun activé électriquement.

2. Système d'injection de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'actionneur (80) commande la pression régnant dans une chambre de compression d'actionneur (82), et sollicitant la première soupape de commande (60) et la troisième soupape de commande (74).
3. Système d'injection de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la soupape de limitation de pression (76) est disposée dans la liaison (75) en amont de la troisième soupape de commande (74).

Fig. 1

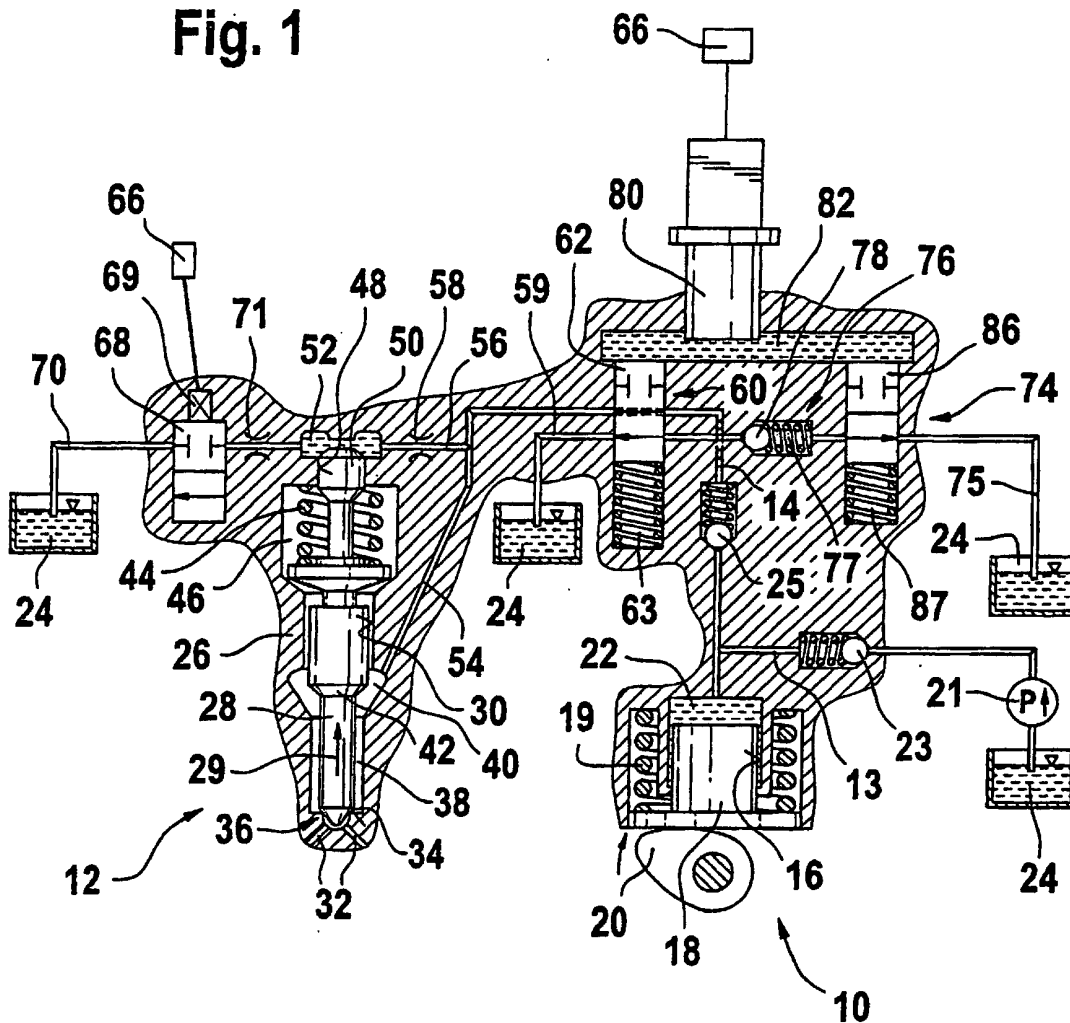


Fig. 2

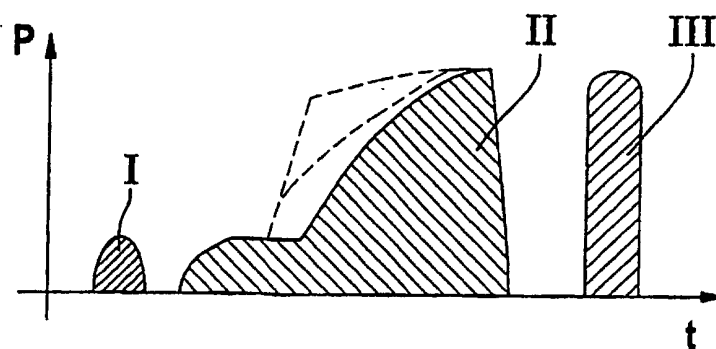


Fig. 3

