

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 310 667 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2003 Patentblatt 2003/20

(51) Int Cl.7: F02M 57/02, F02M 45/04

(21) Anmeldenummer: 02022360.8

(22) Anmeldetag: 08.10.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Boehland, Peter**
71672 Marbach (DE)

(74) Vertreter: **Gruber, Peter (DE) et al**
Robert Bosch GmbH
Patentabteilung
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: 08.11.2001 DE 10154802

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil (12) auf. Ein Pumpenkolben (18) der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) begrenzt einen Pumpenarbeitsraum (22), der mit einem Druckraum (40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das Einspritzöffnungen (32) gesteuert werden und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in einer Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist. Durch ein erstes Steuerventil (68) wird eine Verbindung (66) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Ent-

lastungsraum (24) gesteuert und durch ein zweites Steuerventil (70) wird eine Verbindung (64) eines mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbundenen Steuerdruckraums (52) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert. Ein auf das Einspritzventilglied (28) wirkender Steuerkolben (50) weist eine vom im Steuerdruckraum (52) herrschenden Druck beaufschlagte Fläche auf, die derart bestimmt ist, daß bei geschlossenem zweitem Steuerventil (70) die auf den Steuerkolben (50) wirkende Kraft bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) mit einem Teilhub des Einspritzventilglieds (28) ausreicht, um dieses zu schließen und bei maximalem Hub des Einspritzventilglieds (28) nicht ausreicht, um dieses zu schließen.

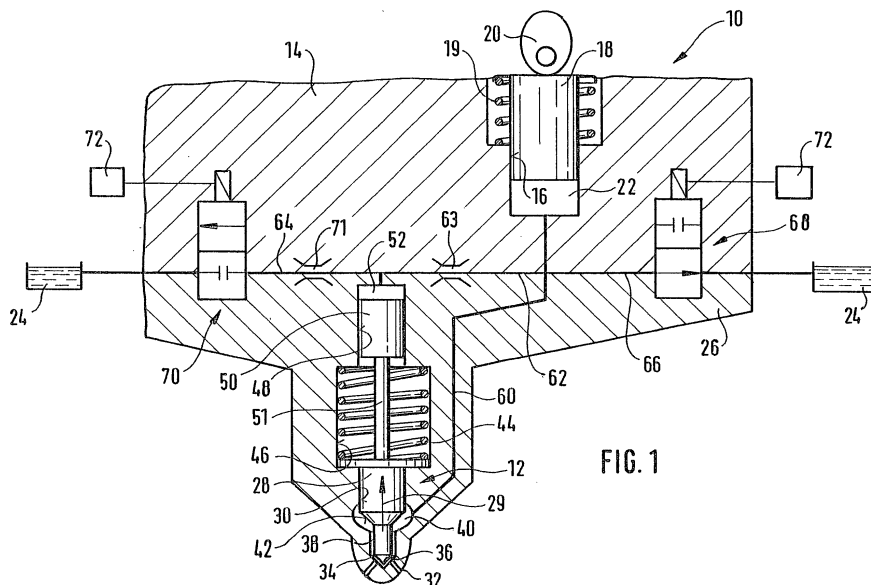


FIG. 1

EP 1 310 667 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die EP 0 987 431 A2 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist einen mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Druckraum und ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den im Druckraum herrschenden Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung bewegbar ist. Es ist ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums mit einem Entlastungsraum gesteuert wird. Es ist außerdem ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil vorgesehen, durch das eine Verbindung eines Steuerdruckraums mit einem Entlastungsraum gesteuert wird. Das Einspritzventilglied ist durch den im Steuerdruckraum herrschenden Druck zumindest mittelbar in einer Schließrichtung beaufschlagt und der Steuerdruckraum ist mit dem Pumpenarbeitsraum verbunden. Zu einer Kraftstoffeinspritzung wird das erste Steuerventil geschlossen und das zweite Steuerventil geöffnet, so daß sich im Steuerdruckraum kein Hochdruck aufbauen kann und das Kraftstoffeinspritzventil öffnen kann. Bei geöffnetem zweitem Steuerventil fließt jedoch aus dem Pumpenarbeitsraum über den Steuerdruckraum Kraftstoff ab, so daß die für die Einspritzung zur Verfügung stehende Kraftstoffmenge der durch den Pumpenkolben geförderten Kraftstoffmenge verringert wird und außerdem der für die Einspritzung zur Verfügung stehende Druck verringert wird. Hieraus folgt, daß der Wirkungsgrad der Kraftstoffeinspritzeinrichtung nicht optimal ist.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß das zweite Steuerventil zur Kraftstoffeinspritzung bei mit maximalen Hub geöffnetem Einspritzventilglied geschlossen werden kann, so daß kein Kraftstoffmengen- und Kraftstoffdruckverlust während der Einspritzung auftritt und damit der Wirkungsgrad der Kraftstoffeinspritzeinrichtung verbessert ist.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfin-

dungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Die Ausbildung gemäß Anspruch 2 ermöglicht auf einfache Weise, daß auf die Dichtfläche des Einspritzventilglieds, wenn dieses nur mit einem Teilhub geöffnet ist, infolge des geringen Durchflußquerschnitts und der dadurch hervorgerufenen Drosselwirkung nur eine geringere Kraft in Öffnungsrichtung wirkt als bei mit maximalem Hub geöffnetem Einspritzventilglied, wenn die Drosselwirkung wegen der größeren Durchflußquerschnitts geringer und damit der Druck und die in Öffnungsrichtung wirkende Kraft größer ist. Die Ausbildung gemäß Anspruch 3 ermöglicht die Steuerung einer Voreinspritzung durch das zweite Steuerventil. Die Ausbildung gemäß Anspruch 4 ermöglicht die Steuerung einer Haupteinspritzung durch das zweite Steuerventil. Die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ermöglicht die Steuerung des Druckverlaufs während einer Haupteinspritzung durch das zweite Steuerventil.

20 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, Figur 2 einen mit II bezeichneten Ausschnitt der Kraftstoffeinspritzeinrichtung in vergrößerter Darstellung und Figur 3 einen Verlauf eines Druckes an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0006] In den Figuren 1 und 2 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist vorzugsweise als sogenannte Pumpe-Düse-Einheit ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf, die eine gemeinsame Baueinheit bilden. Alternativ kann die Kraftstoffeinspritzeinrichtung auch als sogenanntes Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet sein, bei dem die Kraftstoffhochdruckpumpe und das Kraftstoffeinspritzventil jedes Zylinders getrennt voneinander angeordnet und über eine Leitung miteinander verbunden sind. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen Pumpenkörper 14 mit einer Zylinderbohrung 16 auf, in der ein Pumpenkolben 18 dicht geführt ist, der zumindest mittelbar durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine entgegen der Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum

22 wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 des Kraftfahrzeugs zugeführt.

[0007] Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen mit dem Pumpenkörper 14 verbundenen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und 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 Querschnittsverringeringung 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.

[0008] An den Federraum 46 schließt sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Die Bohrung 48 bildet einen Steuerdruckraum 52, der durch den Steuerkolben 50 als bewegliche Wand begrenzt wird. Der Steuerkolben 50 weist eine Querschnittsfläche auf, die kleiner ist als die Querschnittsfläche des Einspritzventilglieds 28 in dessen in der Bohrung 30 geführtem Bereich. Der Steuerkolben 50 ist über eine gegenüber diesem im Durchmesser kleinere Kolbenstange 51 mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden. Der Steuerkolben 50 kann einstückig mit dem Einspritzventilglied 28 ausgebildet, ist jedoch aus Gründen der Montage vorzugsweise als separates Teil mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden.

[0009] Vom Pumpenarbeitsraum 22 führt durch den Pumpenkörper 14 und den Ventilkörper 26 ein Kanal 60 zum Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt ein Kanal 62 zum Steuerdruckraum 52. In den Steuerdruckraum 52 mündet außerdem ein Kanal 64, der eine Verbindung zu einem Entlastungsraum bildet, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter 24 oder ein anderer Bereich dienen kann, in dem ein geringer Druck herrscht. Vom Pumpenarbeitsraum 22 oder vom Kanal 60 führt eine Verbindung 66 zu einem Entlastungsraum 24 ab, die durch ein erstes elektrisch

betätigtes Steuerventil 68 gesteuert wird. Das Steuerventil 68 kann wie in Figur 1 dargestellt als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein. Die Verbindung 64 des Steuerdruckraums 52 mit dem Entlastungsraum 24 wird durch ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 70 gesteuert, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein kann. In der Verbindung 62 des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 kann eine Drosselstelle 63 vorgesehen sein und in der Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Entlastungsraum 24 kann eine Drosselstelle 71 vorgesehen sein. Die Steuerventile 68,70 können einen elektromagnetischen Aktor oder einen Piezoaktor aufweisen und werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 72 angesteuert.

[0010] Wenn das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen ist, so liegt das Einspritzventilglied 28 mit seiner ringförmigen Dichtfläche 34 am Ventilsitz 36 an. In diesem Fall ist nur die Fläche der Druckschulter 42 des Einspritzventilglieds 28 von dem im Druckraum 40 herrschenden Druck in Öffnungsrichtung 29 beaufschlagt und weitere Kräfte in Öffnungsrichtung 29 wirken auf das Einspritzventilglied 28 nicht. Wenn das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet, so hebt dessen Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 ab, so daß wie in Figur 2 dargestellt zwischen der Dichtfläche 34 und dem Ventilsitz 36 ein ringförmiger Durchflußquerschnitt 37 freigegeben wird. Wenn das Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 abgehoben ist, so wirkt auf die Stirnfläche des Einspritzventilglieds 28, das ist die ringförmige Dichtfläche 34 und die von dieser umschlossene Restfläche des Einspritzventilglieds 28, ebenfalls ein Druck, der eine Kraft in Öffnungsrichtung 29 auf das Einspritzventilglied 28 bewirkt. Wenn das Einspritzventilglied 28 mit seiner Dichtfläche 34 nur in geringem Abstand vom Ventilsitz 36 angeordnet ist und somit nur in einem Teilhub geöffnet ist, so wird nur ein geringer Durchflußquerschnitt 37 freigegeben, durch den der hindurchfließende Kraftstoff gedrosselt wird, wodurch ein Druckabfall bewirkt wird. Die Stirnfläche des Einspritzventilglieds 28 wird dann nur mit dem durch die Drosselung gegenüber dem im Druckraum 40 herrschenden Druck verringerten Druck in Öffnungsrichtung beaufschlagt. Wenn das Einspritzventilglied 28 seinen maximalen Öffnungshub ausführt, so ist dessen Dichtfläche 34 mit größerem Abstand vom Ventilsitz 36 angeordnet, so daß ein entsprechend größerer Durchflußquerschnitt 37 freigegeben wird. Im größeren Durchflußquerschnitt tritt eine geringere Drosselwirkung auf, so daß die Stirnfläche des Einspritzventilglieds 28 entsprechend mit einem höheren Druck in Öffnungsrichtung 29 beaufschlagt wird. Bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil 12 wirkt somit auf dessen Einspritzventilglied 28 zusätzlich zu der durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck über die Druckschulter 42 ausgeübten Kraft auch die durch den auf die Stirnfläche des Einspritzventilglieds 28 wirkenden Druck ausgeübte Kraft in Öffnungsrichtung 29.

[0011] Die vom im Steuerdruckraum 52 herrschen-

den Druck beaufschlagte Querschnittsfläche des Steuerkolbens 50 ist derart bemessen, daß sich bei geschlossenem zweitem Steuerventil 70, wenn der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist und sich beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 im Pumpenarbeitsraum 22 und damit auch im Steuerdruckraum 52 Hochdruck aufbaut, zusätzlich zu der Kraft der Schließfeder 44 eine in Schließrichtung auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft ergibt, die größer ist als die auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft in Öffnungsrichtung 29 ist, wenn das Einspritzventilglied 28 wie vorstehend erläutert nur mit einem Teilhub mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 abgehoben ist. In diesem Fall wird das Kraftstoffeinspritzventil 12 geschlossen. Wenn das Einspritzventilglied 28 mit seinem maximalen Hub mit seiner Dichtfläche 34 vom Ventilsitz 36 abgehoben ist, so ergibt sich auf das Einspritzventilglied 28 eine Kraft in Öffnungsrichtung 29, die größer ist als die durch die Schließfeder 44 und die durch den auf die Querschnittsfläche des Steuerkolbens 50 wirkenden Druck im Steuerdruckraum 52 auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft in Schließrichtung, so daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 auch bei geschlossenem zweitem Steuerventil 70 nicht geschlossen werden kann, sofern das erste Steuerventil 68 geschlossen und der Pumpenarbeitsraum 22 somit vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Die Querschnittsfläche des Steuerkolbens 50 ist vorzugsweise kleiner als die Querschnittsfläche des Einspritzventilglieds 28, die die Summe der Fläche von dessen Druckschulter 42 und der Fläche von dessen Stirnseite ist.

[0012] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. In Figur 4 ist der Verlauf des Druckes p an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 über der Zeit t während einem Einspritzzyklus dargestellt. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 wird diesem Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 beginnt die Kraftstoffeinspritzung mit einer Voreinspritzung, wobei das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 geschlossen wird, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Durch die Steuereinrichtung 72 wird außerdem das zweite Steuerventil 70 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. In diesem Fall kann sich im Steuerdruckraum 52 kein Hochdruck aufbauen, da dieser zum Entlastungsraum 24 hin entlastet ist. Aus dem Pumpenarbeitsraum 22 kann jedoch eine geringe Kraftstoffmenge über die Drosselstellen 63 und 71 zum Entlastungsraum 24 abströmen, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22 nicht der volle Hochdruck aufbauen kann, wie er sich bei geschlossenem zweitem Steuerventil 70 aufbauen würde. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 und damit im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 so groß ist, daß die durch diesen über die Druckschulter 42 auf das Einspritzventilglied 28 ausgeübte Druckkraft größer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44

und der auf den Steuerkolben 50 durch den im Steuerdruckraum 52 wirkenden Restdruck wirkenden Druckkraft, so bewegt sich das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 und gibt die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 frei. Das Einspritzventilglied 28 öffnet dabei nur mit einem Teilhub, so daß auf dessen Stirnfläche nur ein relativ geringer Druck in Öffnungsrichtung 29 wirkt. Zur Beendigung der Voreinspritzung wird durch die Steuereinrichtung das zweite Steuerventil 70 geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Das erste Steuerventil 68 bleibt in seiner geschlossenen Stellung. Im Steuerdruckraum 52 baut sich dabei Hochdruck wie im Pumpenarbeitsraum 22 auf, so daß auf den Steuerkolben 50 eine große Druckkraft in Schließrichtung wirkt. Da infolge des Teilhubs des Einspritzventilglieds 28 auf dieses nur eine geringe Kraft in Öffnungsrichtung 29 wirkt, die geringer ist als die Summe der Kraft der Schließfeder 44 und der Druckkraft auf den Steuerkolben 50 schließt das Kraftstoffeinspritzventil 12. Die Voreinspritzung entspricht einer in Figur 3 mit I bezeichneten Einspritzphase.

[0013] Für eine nachfolgende Haupteinspritzung, die einer in Figur 3 mit II bezeichneten Einspritzphase entspricht, wird das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 72 geöffnet. Das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet dann infolge der reduzierten Druckkraft auf den Steuerkolben 50 und das Einspritzventilglied 28 bewegt sich über seinen maximalen Öffnungshub. Wenn das Einspritzventilglied 28 mit seinem maximalen Öffnungshub geöffnet ist, so kann durch die Steuereinrichtung 72 das zweite Steuerventil 70 geschlossen werden, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Dann baut sich zwar im Steuerdruckraum 52 Hochdruck wie im Pumpenarbeitsraum 22 auf, jedoch ist die Summe der Druckkraft auf den Steuerkolben 50 und der Kraft der Schließfeder 44 erzeugte Kraft in Schließrichtung geringer als die durch den auf die Druckschulter 42 und die Stirnfläche des mit maximalen Hub geöffneten Einspritzventilglieds erzeugte Kraft in Öffnungsrichtung 29, so daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 geöffnet bleibt. Solange das zweite Steuerventil 70 noch geöffnet ist, erfolgt die Kraftstoffeinspritzung mit einem reduzierten Druck, da eine geringe Kraftstoffmenge aus dem Pumpenarbeitsraum 22 über das geöffnete Steuerventil 70 zum Entlastungsraum 24 abströmt. Wenn das zweite Steuerventil 70 geschlossen wird, so kann aus dem Pumpenarbeitsraum 22 kein Kraftstoff mehr abströmen, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit einem höheren Druck erfolgt, wie dies in Figur 4 dargestellt ist. Der Zeitpunkt, zu dem das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 72 geschlossen wird, wird vorzugsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine variiert, insbesondere abhängig von der Drehzahl. Es kann dabei vorgesehen sein, daß bei niedriger Drehzahl das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 72 zu einem frühen Zeitpunkt geschlossen wird und mit zunehmenden

der Drehzahl das zweite Steuerventil 70 durch die Steuereinrichtung 72 zu einem späteren Zeitpunkt geschlossen wird. Hierdurch kann bei hohen Drehzahlen der maximale Druck bei der Kraftstoffeinspritzung begrenzt werden.

[0014] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das erste Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 72 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist und auf das Einspritzventilglied 28 in Öffnungsrichtung 29 nur noch eine geringe Druckkraft wirkt und das Kraftstoffeinspritzventil 12 bedingt durch die Kraft der Schließfeder 44 schließt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und einem mit dieser verbundenen Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt und dem Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) zugeführt wird, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) einen mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbundenen Druckraum (40) und ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird, das auf einer an diesem ausgebildeten Druckfläche (42) von dem im Druckraum (40) herrschenden Druck in einer Öffnungsrichtung (29) beaufschlagt ist und das gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist, mit einem ersten Steuerventil (68), durch das eine Verbindung (66) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird und mit einem zweiten Steuerventil (70), durch das eine Verbindung (64) eines Steuerdruckraums (52) des Kraftstoffeinspritzventils mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird, wobei das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar von dem im Steuerdruckraum (52) herrschenden Druck in einer Schließrichtung beaufschlagt ist und der Steuerdruckraum (52) mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Steuerdruckraum (52) ein auf das Einspritzventilglied (28) wirkender Steuerkolben (50) angeordnet ist, der eine vom im Steuerdruckraum (52) herrschenden Druck beaufschlagte Fläche aufweist, die derart bestimmt ist, daß bei geschlossenem zweitem Steuerventil (70), wenn der Steuerdruckraum (52) vom Entlastungsraum (24) getrennt ist, die auf den Steuerkolben (50) wirkende Kraft bei nur mit einem Teilhub des Einspritzventilglieds (28) geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) ausreicht, um das Kraftstoffeinspritzventil (12) zu schließen und bei mit maximalem Hub des Einspritzventilglieds (28) geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) nicht ausreicht, um das Kraftstoffeinspritzventil (12) zu schließen.

spritzventil (12) ausreicht, um das Kraftstoffeinspritzventil (12) zu schließen und bei mit maximalem Hub des Einspritzventilglieds (28) geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) nicht ausreicht, um das Kraftstoffeinspritzventil (12) zu schließen.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Einspritzventilglied (28) eine Dichtfläche (34) aufweist, mit der es zur Steuerung der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) mit einem Ventilsitz (36) zusammenwirkt, wobei bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) zwischen der Dichtfläche (34) und dem Ventilsitz (36) ein Durchflußquerschnitt (37) vom Druckraum (40) zu der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) gebildet ist, daß bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil (12) eine Stirnfläche des Einspritzventilglieds (28) zusätzlich zu der Druckfläche (42) in Öffnungsrichtung (29) druckbeauschlagt ist und daß im Durchflußquerschnitt (37) abhängig vom Hub des Einspritzventilglieds (28) eine Drosselung des hindurchströmenden Kraftstoffs erfolgt.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zu einer Voreinspritzung von Kraftstoff durch die Steuereinrichtung (72) das erste Steuerventil (68) geschlossen und das zweite Steuerventil (70) geöffnet wird, so daß der Pumpenarbeitsraum (22) vom Entlastungsraum (24) getrennt und der Steuerdruckraum (52) mit dem Entlastungsraum (24) verbunden ist, daß das Kraftstoffeinspritzventil (12) bei der Voreinspritzung nur mit einem Teilhub des Einspritzventilglieds (28) öffnet, und daß die Voreinspritzung beendet wird, indem das zweite Steuerventil (70) durch die Steuereinrichtung (72) geschlossen wird, so daß der Steuerdruckraum (52) vom Entlastungsraum (24) getrennt ist, wobei das erste Steuerventil (68) geschlossen bleibt.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** für eine der Voreinspritzung folgende Haupteinspritzung von Kraftstoff das zweite Steuerventil (70) durch die Steuereinrichtung (72) geöffnet wird, so daß der Steuerdruckraum (52) mit dem Entlastungsraum (24) verbunden ist, und daß nach Beginn der Haupteinspritzung, wenn das Kraftstoffeinspritzventil (12) mit maximalem Hub des Einspritzventilglieds (28) geöffnet ist, das zweite Steuerventil (70) durch die Steuereinrichtung (72) geschlossen wird, so daß der Steuerdruckraum (52) vom Entlastungsraum (24) getrennt ist.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zeitpunkt, zu dem das zweite Steuerventil (70) durch die Steuereinrichtung (72) nach Beginn der Haupteinspritzung

geschlossen wird, abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere abhängig von deren Drehzahl, variabel gesteuert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

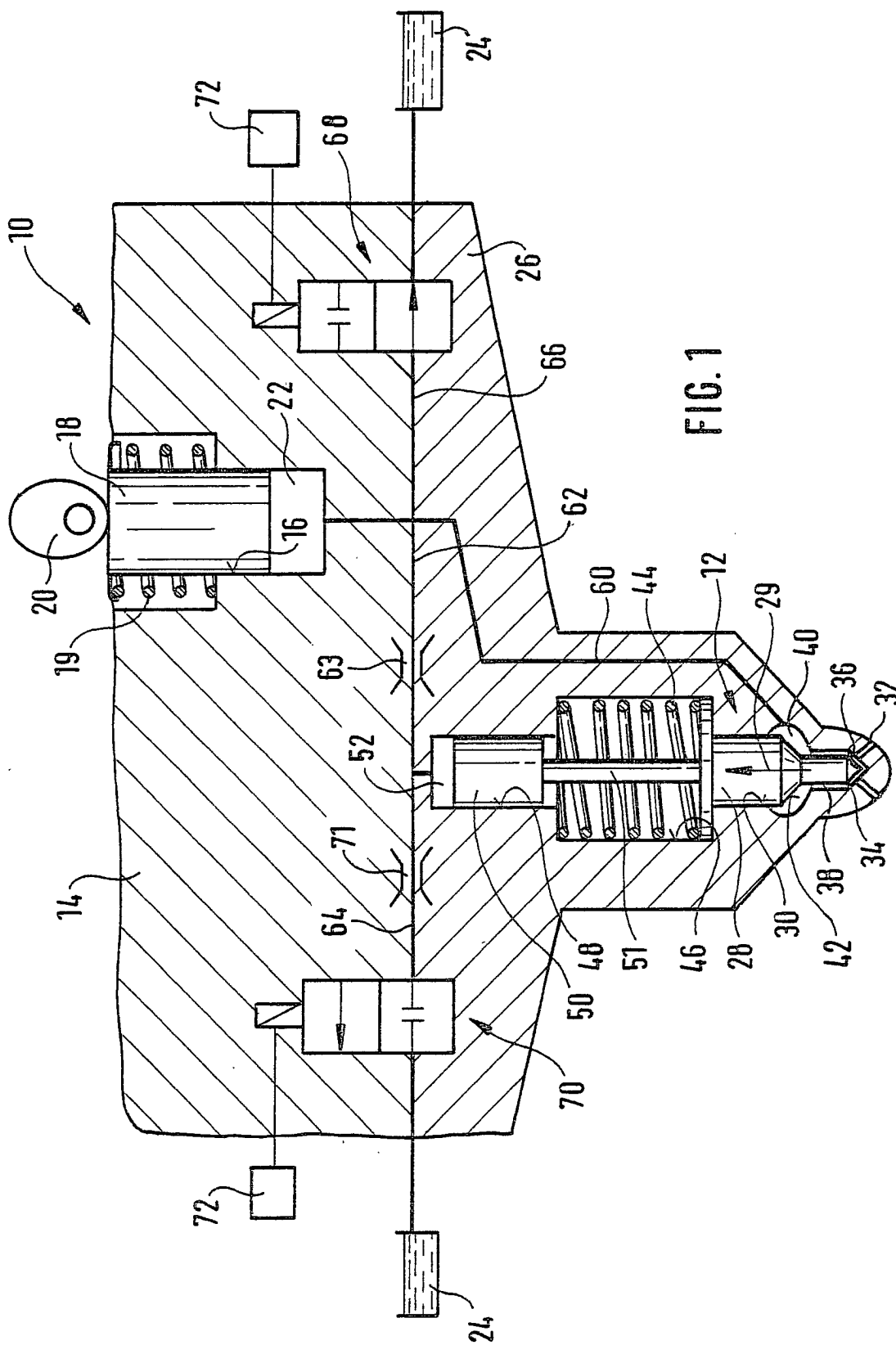


FIG. 1

