



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 312 792 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2003 Patentblatt 2003/21

(51) Int Cl.7: **F02M 59/36, F02M 59/44,
F02M 47/02, F02M 55/04**

(21) Anmeldenummer: **02022358.2**

(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: **Grabandt, Peter**
71686 Remseck (DE)

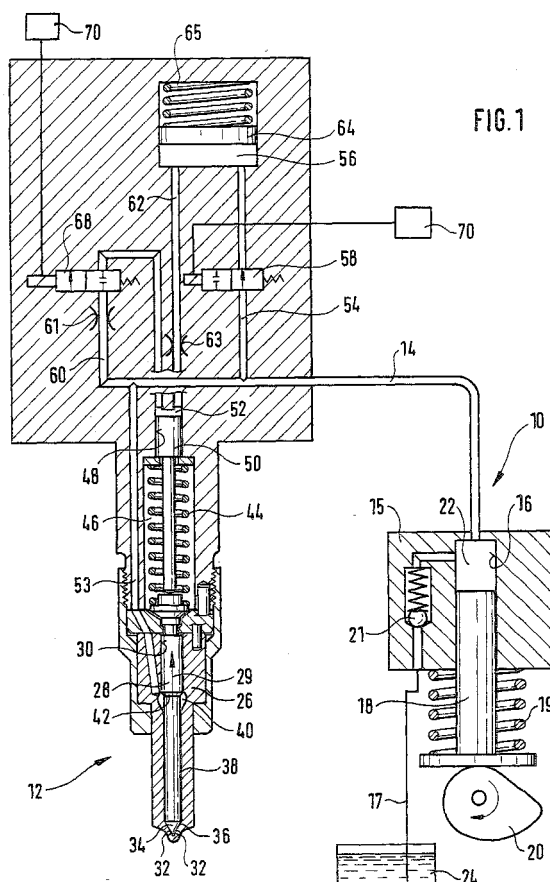
(74) Vertreter: **Gruber, Peter (DE) et al**
Robert Bosch GmbH
Patentabteilung
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **14.11.2001 DE 10155973**

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

(54) **Kraftstoffspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) auf, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher über eine Leitung (14) mit einem Druckraum (40) des getrennt von der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck beaufschlagt gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist. Am Kraftstoffeinspritzventil (12) ist ein elektrisch betätigtes Steuerventil (58) vorgesehen, durch das zumindest mittelbar eine Verbindung (54) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Speicherraum (56) gesteuert wird, in dem bei geöffnetem Steuerventil (58) durch dieses abgesteuerter Kraftstoff unter Druck speicherbar ist.



EP 1 312 792 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 0 957 261 A bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Mit dem Pumpenarbeitsraum ist ein Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden, das ein Einspritzventilglied aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den im Druckraum herrschenden Druck beaufschlagt in einer Öffnungsrichtung zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung bewegbar ist. Die Kraftstoffhochdruckpumpe und das Kraftstoffeinspritzventil sind getrennt voneinander an der Brennkraftmaschine angeordnet und über eine Leitung miteinander verbunden. An der Kraftstoffhochdruckpumpe ist ein elektrisch betätigtes Steuerventil angeordnet, durch das eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums und damit der Leitung mit einem Entlastungsraum gesteuert wird, als der zumindest mittelbar der Kraftstoffvorratsbehälter dient. Nachteilig bei dieser bekannten Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist, daß bei geöffnetem Steuerventil von der Kraftstoffhochdruckpumpe geförderter Kraftstoff zum Kraftstoffvorratsbehälter hin abgesteuert wird und beim nachfolgenden Saughub des Pumpenkolbens durch diesen wieder die gesamte Kraftstoffmenge angesaugt werden muß. Hierdurch wird der Wirkungsgrad der Kraftstoffeinspritzeinrichtung verschlechtert. Außerdem entstehen durch das Absteuern des vom Pumpenkolben geförderten Kraftstoffs zum Kraftstoffvorratsbehälter hin in dem mit diesem verbundenen Niederdrucksystem Druckstöße, durch die die Funktion und Haltbarkeit der Kraftstoffeinspritzeinrichtung beeinträchtigt wird.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß durch das Steuerventil Kraftstoff in den Speicherraum abgesteuert wird, aus dem bei einem nachfolgenden Saughub des Pumpenkolbens Kraftstoff entnommen wird, so daß dem Pumpenarbeitsraum nur ein Teil der zur Befüllung erforderlichen Kraftstoffmenge aus dem Kraftstoffvorratsbehälter anzusaugen braucht. Außerdem treten im Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzeinrichtung beim Absteuern von Kraftstoff durch das Steuerventil in den Speicherraum keine Druckstöße auf.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 2 weist der Speicherraum ein ausreichend großes Volumen auf, um auch bei geringer Kraftstoffeinspritzmenge und damit größer vom Steuerventil abgesteuerter Kraftstoffmenge diese aufnehmen zu können. Die Weiterbildung gemäß Anspruch 4 ermöglicht eine flexible Steuerung der Kraftstoffeinspritzung, indem bei hohem Druck im Steuerdruckraum das Kraftstoffeinspritzventil geschlossen werden kann.

Zeichnung

[0005] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 einen Druckverlauf an Einspritzöffnungen eines Kraftstoffeinspritzventils der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel und Figur 3 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0006] In den Figuren 1 und 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist 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 einer Zylinderbohrung 16 eines Pumpenkörpers 15 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen die Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem durch den Pumpenkolben 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt, beispielsweise mittels einer nicht dargestellten Niederdruckpumpe. Der Pumpenarbeitsraum 22 weist eine Verbindung 17 zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 auf, in der ein zum Pumpenarbeitsraum 22 hin öffnendes Rückschlagventil 21 vorgesehen ist, das im Pumpenkörper 15 angeordnet sein kann.

[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 kolbenförmiges 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 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 durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist im Bereich des Druckraums 40 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 kann sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 anschließen, in der ein Kolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Kolben 50 begrenzt mit seiner dem Federraum 46 abgewandten Stirnfläche einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26.

[0008] Die Leitung 14 mündet in den Ventilkörper 26 und führt in diesem in einem im Ventilkörper 26 ausgebildeten Kanal zum Druckraum 40. Innerhalb des Ventilkörpers 26 zweigt von der Leitung 14 ein Kanal 54 ab, der zu einem im Ventilkörper 26 ausgebildeten Speicherraum 56 führt. Der Durchgang durch den Kanal 54 wird durch ein elektrisch betätigtes Steuerventil 58 gesteuert. Innerhalb des Ventilkörpers 26 kann außerdem von der Leitung 14 ein Kanal 60 abzweigen, der zum Steuerdruckraum 52 führt. Der Steuerdruckraum 52 ist außerdem über einen Kanal 62 mit dem Speicherraum 56 verbunden.

[0009] Der Speicherraum 56 kann beispielsweise in einer Bohrung im Ventilkörper 26 gebildet sein, die eine federnde Begrenzung in Form eines Speicherkolbens 64 aufweist, der sich über eine vorgespannte Rückstellfeder 65 abstützt. Der Speicherraum 56 ist derart dimensioniert, daß das Volumen, das im Speicherraum 56 aufgenommen werden kann, wenigstens so groß ist wie das Volumen, das durch den Pumpenkolben 18 der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 bei einem Förderhub gefördert wird.

[0010] Bei einem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel der Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist ein weiteres elektrisch betätigtes Steuerventil 68 vorgesehen, durch das der Durchgang durch den Kanal 60 von der Leitung 14 in den Steuerdruckraum 52 gesteuert wird. Im Kanal 60 ist vorzugsweise eine erste Drosselstelle 61 vorgesehen und im Kanal 62 vom Steuerdruckraum 52 zum Speicherraum 56 ist vorzugsweise

eine zweite Drosselstelle 62 vorgesehen. Der Steuerdruckraum 52 ist über den Kanal 62 ständig mit dem Speicherraum 56 verbunden. Durch entsprechende Dimensionierung der Drosselstellen 61,63 kann der Zu- und Ablauf von Kraftstoff in bzw. aus dem Steuerdruckraum 52 in geeigneter Weise eingestellt werden. Die beiden Steuerventile 58 und 68 können jeweils einen elektromagnetischen Aktor, einen Piezoaktor oder einen anderen schnellschaltenden Aktor aufweisen. Die Steuerventile 58,68 werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 70 abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine angesteuert. Die beiden Steuerventile 58,68 können wie in Figur 1 dargestellt jeweils als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein, die zwischen einer geöffneten Schaltstellung, in der der Durchgang durch den Kanal 60 bzw. 62 freigegeben ist, und einer geschlossenen Schaltstellung, in der der Durchgang durch den Kanal 60 bzw. 62 unterbrochen ist, umschaltbar sind.

[0011] Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Beim Saughub des Pumpenkolbens 18 befindet sich das erste Steuerventil 58 in seiner geöffneten Schaltstellung, so daß die Verbindung der Leitung 14 mit dem Speicherraum 56 geöffnet ist. Das zweite Steuerventil 68 befindet sich in seiner geschlossenen Schaltstellung, so der Steuerdruckraum 52 von der Leitung 14 getrennt ist. Im Speicherraum 56 vorhandener und unter Druck gespeicherter Kraftstoff wird über die Leitung 14 dem Pumpenarbeitsraum 22 zugeführt, bis der Speicherraum 56 entleert ist. Der Druck im Speicherraum 56 ist dabei vorzugsweise höher als der Druck im Niederdruckbereich der Kraftstoffeinspritzeinrichtung stromaufwärts vor dem Rückschlagventil 21, so daß dieses geschlossen ist, bis der Speicherraum 56 entleert ist. Bei weiterem Saughub wird durch den Pumpenkolben 18 bei geöffnetem Rückschlagventil 21 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 angesaugt. Beim nachfolgenden Förderhub des Pumpenkolbens 18 schließt das Rückschlagventil 21 und der Pumpenkolben 18 fördert Kraftstoff über die Leitung 14 zum Kraftstoffeinspritzventil 12. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 kann das erste Steuerventil 58 in seiner geöffneten Schaltstellung sein, so daß zunächst Kraftstoff in den Speicherraum 56 gefördert wird und sich kein ausreichender Hochdruck für eine Kraftstoffeinspritzung aufbauen kann. Zum Beginn der Kraftstoffeinspritzung wird dann das erste Steuerventil 58 durch die Steuereinrichtung 70 in seine geschlossene Schaltstellung umgeschaltet, so daß die Leitung 14 vom Speicherraum 56 getrennt ist. Es kann auch vorgesehen sein, daß das erste Steuerventil 58 beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 in seine geschlossene Schaltstellung gebracht wird und das zweite Steuerventil 68 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht wird. Der Steuerdruckraum 52 ist dann mit der Leitung 14 verbunden, so daß in diesem ein erhöhter Druck herrscht, der über den Steuerkolben 50 das Kraftstoffeinspritzventil 12 ge-

schlossen hält. Wenn die Kraftstoffeinspritzung beginnen soll, so wird das zweite Steuerventil 68 durch die Steuereinrichtung 70 in seine geschlossene Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 von der Leitung 14 getrennt ist und in diesem nur der Druck des Speicherraums 56 herrscht. Wenn der im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 herrschende Druck eine die Kraft der Schließfeder 44 und die auf den Steuerkolben 50 wirkende Druckkraft übersteigende Kraft auf das Einspritzventilglied 28 erzeugt, so bewegt sich dieses in Öffnungsrichtung 29 und gibt die Einspritzöffnungen 32 frei.

[0012] In Figur 2 ist der Verlauf des Druckes an den Einspritzöffnungen 32 des Kraftstoffeinspritzventils 12 über der Zeit während einem Einspritzzyklus dargestellt. Die vorstehend erläuterte Kraftstoffeinspritzung erfolgt bedingt durch das Profil des Nockens 20 mit relativ geringem Druck und geringer Einspritzmenge während einer in Figur 2 mit I bezeichneten Voreinspritzphase.

[0013] Zur Beendigung der Voreinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 70 das erste Steuerventil 58 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht, so daß der vom Pumpenkolben 18 geförderte Kraftstoff in den Speicherraum 56 gelangt und der Druck im Druckraum 40 derart abfällt, daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 schließt. Alternativ kann das erste Steuerventil 58 auch in seiner geschlossenen Schaltstellung verbleiben, wobei durch die Steuereinrichtung 70 das zweite Steuerventil 68 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht wird, so daß im Steuerdruckraum 52 Hochdruck herrscht, der über den Steuerkolben 50 das Kraftstoffeinspritzventil 12 schließt.

[0014] Nachfolgend wird für eine Haupteinspritzung von Kraftstoff durch die Steuereinrichtung 70 das erste Steuerventil 58 in seine geschlossene Schaltstellung gebracht, so daß der Speicherraum 56 von der Leitung getrennt ist, und das zweite steuerventil 68 in seine geschlossene Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 von der Leitung 14 getrennt ist. Im Druckraum 40 des Kraftstoffeinspritzventils 12 baut sich dann Hochdruck entsprechend dem Profil des Nockens 20 auf und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet, da der Steuerdruckraum 52 entlastet ist. Es erfolgt dann eine Einspritzung von Kraftstoff in einer in Figur 2 mit II bezeichneten Haupteinspritzphase. Durch den Zeitpunkt des Umschaltens des zweiten Steuerventils 68 in seine geschlossene Schaltstellung durch die Steuereinrichtung 70 kann der Zeitpunkt und damit der Druck beeinflußt werden, bei dem die Haupteinspritzung beginnt. Je später der Zeitpunkt ist, zu dem das zweite Steuerventil 68 geschlossen wird, desto höher ist der Druck, bei dem die Haupteinspritzung beginnt. Dies ist in Figur 2 durch einen gestrichelten Verlauf des Druckes verdeutlicht.

[0015] Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 70 das zweite Steuerventil 68 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht, so daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 durch den im Steuer-

druckraum 52 herrschenden Hochdruck über den Steuerkolben 50 geschlossen wird. Im Druckraum 40 herrscht durch das in seiner geschlossenen Schaltstellung verbleibende erste Steuerventil 58 ebenfalls Hochdruck. Für eine Nacheinspritzung von Kraftstoff in einer in Figur 2 mit III bezeichneten Phase wird durch die Steuereinrichtung 70 das zweite Steuerventil 68 nochmals geschlossen, so daß der Steuerdruckraum 52 entlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Zur Beendigung der Kraftstoffeinspritzung wird durch die Steuereinrichtung 70 das erste Steuerventil 58 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht und das zweite Steuerventil 68 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht oder in seiner geschlossenen Schaltstellung belassen.

[0016] Bei geöffnetem erstem Steuerventil 58 wird vom Pumpenkolben 18 bei dessen Förderhub geförderter Kraftstoff aus der Leitung 14 in den Speicherraum 56 abgesteuert. Mit zunehmendem in den Speicherraum gelangendem Kraftstoffvolumen bewegt sich der Steuerkolben 64 gegen die Kraft der Rückstellfeder 65 und der Druck im Speicherraum 56 erhöht sich. Wenn während der Kraftstoffeinspritzung nur eine geringe Kraftstoffmenge eingespritzt wird, was beispielsweise im Leerlauf der Brennkraftmaschine oder bei geringer Last der Fall ist, so wird in den Speicherraum 56 eine große Kraftstoffmenge abgesteuert und es stellt sich ein hoher Druck im Speicherraum 56 ein. Beim nachfolgenden Saughub des Pumpenkolbens 18 braucht dieser somit nur eine geringe Kraftstoffmenge aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 anzusaugen. Wenn während der Kraftstoffeinspritzung eine große Kraftstoffmenge eingespritzt wird, was beispielsweise bei hoher Last der Brennkraftmaschine der Fall ist, so wird in den Speicherraum 56 nur eine geringe Kraftstoffmenge abgesteuert und es stellt sich ein relativ geringer Druck im Speicherraum 56 ein. Beim nachfolgenden Saughub des Pumpenkolbens 18 muß dieser somit eine große Kraftstoffmenge aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 ansaugen.

[0017] In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ist und lediglich die Anordnung des zweiten Steuerventils 168 modifiziert ist. Das zweite Steuerventil 168 ist derart angeordnet, daß dieses den Durchgang durch den Kanal 62 vom Steuerdruckraum 52 in den Speicherraum 56 steuert. Der Steuerdruckraum 52 ist über den Kanal 60 mit der Drosselstelle 61 ständig mit der Leitung 14 verbunden. Das zweite Steuerventil 168 wird durch die Steuereinrichtung 70 bei der Kraftstoffeinspritzung umgekehrt gesteuert wie das Steuerventil 68 beim ersten Ausführungsbeispiel. Im Ausgangszustand ist das zweite Steuerventil 168 geöffnet, so daß der Steuerdruckraum 52 mit dem Speicherraum 56 verbunden ist. Wenn eine Kraftstoffeinspritzung erfolgen soll, so wird das zweite Steuerventil 168 durch die Steuereinrichtung 70 in seine geöffnete Schaltstellung gebracht. Zu einer Unterbre-

chung der Kraftstoffeinspritzung zwischen der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung oder zwischen der Haupteinspritzung und der Nacheinspritzung wird das zweite Steuerventil 168 durch die Steuereinrichtung 70 in seine geschlossene Schaltstellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 vom Speicherraum 56 getrennt ist und in diesem Hochdruck herrscht.

[0018] Bei einer vereinfachten Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung können das zweite Steuerventil 68 bzw. 168 sowie der Steuerkolben 50 und der Steuerdruckraum 52 entfallen und es ist nur das erste steuerventil 58 vorgesehen. In diesem Fall wird die Kraftstoffeinspritzung nur durch das erste Steuerventil 58 gesteuert, wobei sich beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 bei geöffnetem Steuerventil 58 im Pumpenarbeitsraum 22, in der Leitung 14 und im Druckraum 40 kein Hochdruck aufbauen kann und somit keine Kraftstoffeinspritzung erfolgt. Bei geschlossenem Steuerventil 58 kann sich im Druckraum 40 Hochdruck aufbauen und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet, wenn die durch den Druck im Druckraum 40 auf das Einspritzventilglied 28 erzeugte Kraft in Öffnungsrichtung 29 größer ist als die Kraft der Schließfeder 44. Zur Unterbrechung oder Beendigung der Kraftstoffeinspritzung wird das Steuerventil 58 geöffnet, so daß der Druckraum 40 entlastet ist.

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, welcher über eine Leitung (14) mit einem Druckraum (40) des getrennt von der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Druckraum (40) herrschenden Druck beaufschlagt gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) zur Freigabe der wenigstens einen Einspritzöffnung (32) bewegbar ist, wobei ein elektrisch betätigtes Steuerventil (58) vorgesehen ist, durch das zumindest mittelbar eine Verbindung (54) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (56) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventil (58) am Kraftstoffeinspritzventil (12) angeordnet ist und daß am Kraftstoffeinspritzventil (12) als Entlastungsraum ein Speicherraum (56) vorhanden ist, in dem bei geöffnetem Steuerventil (58) durch dieses abgesteuerter Kraftstoff unter Druck

speicherbar ist.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Volumen des Speicherraums (56) wenigstens so groß ist wie das durch den Pumpenkolben (18) während einem Förderhub geförderte Volumen.
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Speicherraum (56) eine nachgiebige Begrenzung (64) aufweist.
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein weiteres elektrisch betätigtes Steuerventil (68;168) am Kraftstoffeinspritzventil (12) abgeordnet ist, durch das der in einem Steuerdruckraum (52) herrschende Druck gesteuert wird, wobei der Steuerdruckraum (52) durch einen Steuerkolben (50) begrenzt ist, der durch den im Steuerdruckraum (52) herrschenden Druck beaufschlagt in einer Schließrichtung auf das Einspritzventilglied (28) wirkt.
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das weitere Steuerventil (68) eine Verbindung (60) des Steuerdruckraums (52) zumindest mittelbar mit dem Pumpenarbeitsraum (22) gesteuert wird und daß der Steuerdruckraum (52) eine ständig geöffnete Verbindung (62) mit dem Speicherraum (56) aufweist, wobei in den Verbindungen (60;62) des Steuerdruckraums (52) vorzugsweise jeweils eine Drosselstelle (61;63) vorgesehen ist.
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das weitere Steuerventil (168) eine Verbindung (62) des Steuerdruckraums (52) mit dem Speicherraum (56) gesteuert wird und daß der Steuerdruckraum (52) eine ständig geöffnete Verbindung (60) zumindest mittelbar mit dem Pumpenarbeitsraum (22) aufweist, wobei in den Verbindungen (60;62) des Steuerdruckraums (52) vorzugsweise jeweils eine Drosselstelle (61;63) vorgesehen ist.
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pumpenarbeitsraum (22) an der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) eine Verbindung über einen Niederdruckbereich zu einem Kraftstoffvorratsbehälter (24) aufweist, in der ein zum Pumpenarbeitsraum (22) hin öffnendes Rückschlagventil (21) angeordnet ist.

