



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 236 885 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.09.2002 Patentblatt 2002/36

(51) Int Cl.7: **F02M 57/02**, F02M 47/02,
F02M 59/46, F02M 59/36

(21) Anmeldenummer: **02002432.9**

(22) Anmeldetag: **01.02.2002**

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

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

(72) Erfinder: **Beck, Matthias, Dipl.-Ing.**
70439 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **28.02.2001 DE 10109612**
07.12.2001 DE 10160256

(54) **Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine**

(57) Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Steuerventileinrichtung (60) mit wenigstens zwei elektrisch gesteuerten Steuerventilen (62,72) auf, die durch einen einzigen elektromagnetischen Aktor (64) gesteuert werden und die jeweils ein Steuerventilglied (63,73) aufweisen, das gegen eine Rückstellkraft zwischen wenigstens zwei Schaltstellungen bewegbar ist, wobei das Steuerventilglied (63) eines ersten Steuerventils (62) durch den Aktor (64) bewegbar ist und das Steuerventilglied (73) wenigstens eines zweiten Steuerventils (72)

zumindest mittelbar durch das Steuerventilglied (63) des ersten Steuerventils (62) bewegbar ist. Durch das Steuerventilglied (63) des ersten Steuerventils (62) wird zumindest mittelbar ein kraftstoffgefüllter Koppelraum (71) begrenzt, wobei bei der Schaltbewegung des Steuerventilglieds (63) der Druck im Steuerdruckraum (71) verändert wird und das Steuerventilglied (73) des zweiten Steuerventils (72) zumindest mittelbar vom Druck im Koppelraum (71) beaufschlagt ist und durch die im Koppelraum (71) erfolgende Druckänderung zwischen seinen wenigstens zwei Schaltstellungen bewegbar ist.

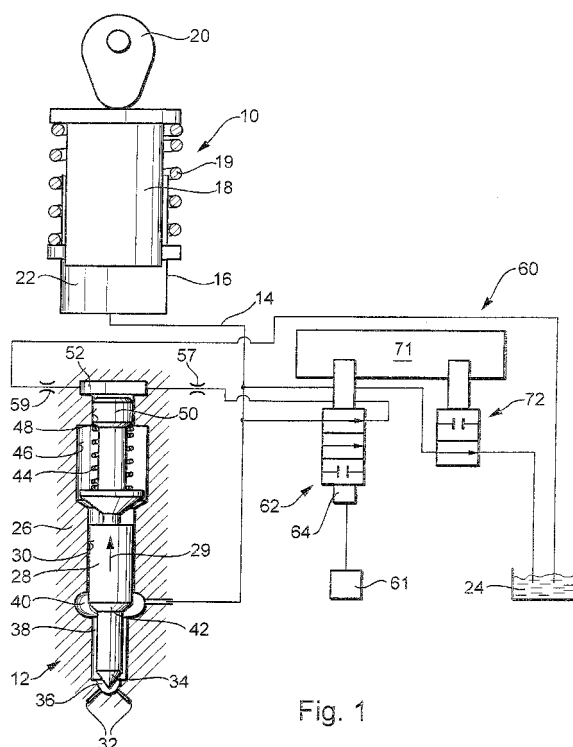
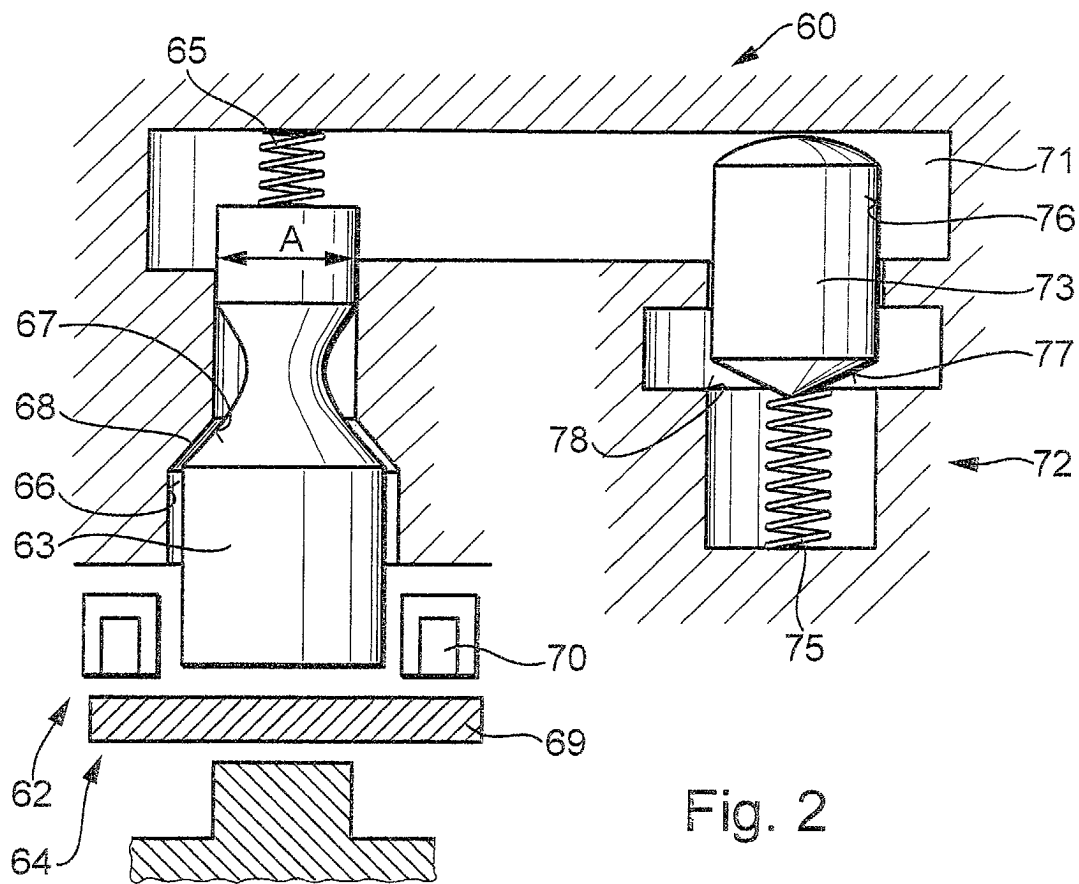


Fig. 1

EP 1 236 885 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 0 823 549 A2 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Steuerventileinrichtung mit zwei elektrisch gesteuerten Steuerventilen auf. Die beiden Steuerventile werden durch einen einzigen Elektromagneten gesteuert und weisen jeweils ein Steuerventilglied auf, das gegen eine Rückstellkraft zwischen zwei Schaltstellungen bewegbar ist. Das Steuerventilglied eines ersten Steuerventils weist als Teil des Elektromagneten einen Magnetanker auf, der durch Bestromung einer Magnetspule des Elektromagneten bewegbar ist. Das Steuerventilglied des zweiten Steuerventils ist mit dem Steuerventilglied des ersten Steuerventils über eine Feder gekoppelt und wird bei entsprechender Bestromung der Magnetspule über diese Kopplung durch das Steuerventilglied des ersten Steuerventils bewegt. Die Steuerventilglieder der beiden Steuerventile müssen dabei koaxial hintereinander angeordnet sein, wodurch die Steuerventileinrichtung eine große Baulänge aufweist.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Steuerventilglieder der Steuerventile beliebig zueinander angeordnet werden können, so daß die Steuerventileinrichtung flexibel an unterschiedliche Einbaubedingungen an der Kraftstoffeinspritzeinrichtung angepaßt werden kann.

[0004] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Durch die Weiterbildung gemäß Anspruch 4 oder 5 kann die Steifigkeit der Kopplung zwischen den Steuerventilgliedern gezielt eingestellt werden.

Zeichnung

[0005] Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einer Steuerventileinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung, Figur 2 vergrößert die Steuerventileinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 3 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel, Figur 4 die Steuerventileinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel und Figur 5 die Steuerventileinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0006] In Figur 1 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist als sogenanntes Pumpe-Düse-System oder Pumpe-Leitung-Düse-System ausgebildet und weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffpumpe 10, ein Kraftstoffeinspritzventil 12 sowie eine das Kraftstoffeinspritzventil 12 mit der Kraftstoffpumpe 10 verbindende Leitung 14 auf. Bei einem Pumpe-Düse-System sind die Kraftstoffpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 zu einer Baueinheit zusammengefaßt und die Leitung 14 verläuft in dieser Baueinheit. Bei einem Pumpe-Leitung-Düse-System sind die Kraftstoffpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 voneinander getrennt angeordnet und die Leitung 14 verläuft beispielsweise in Form einer Rohrleitung zwischen diesen Bauteilen. Die Kraftstoffpumpe 10 weist einen in einem Zylinder 16 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen die Kraft einer Rückstellfeder 21 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt im Zylinder 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.

[0007] 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 durch eine Querschnittsverringerung zum Brennraum hin 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 dem Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 an, in der ein Kolben 50 dicht geführt ist. Der

Kolben 50 kann mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden sein oder der Kolben 50 kann sich alternativ auch an der Schließfeder 44 und somit mittelbar am Einspritzventilglied 28 abstützen. Der Kolben 50 begrenzt mit seiner dem Federraum 46 abgewandten Stirnseite einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26. Die Leitung 14 mündet in den Druckraum 40.

[0008] Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Steuerventileinrichtung 60 auf, die vorzugsweise am Kraftstoffeinspritzventil 12 angeordnet ist und in Figur 2 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Die Steuerventileinrichtung 60 weist ein erstes elektrisch gesteuertes Steuerventil 62 und ein zweites elektrisch gesteuertes Steuerventil 72 auf. Das erste Steuerventil 62 weist ein Steuerventilglied 63 auf, das durch einen Aktor in Form eines Elektromagneten 64 gegen eine Rückstellkraft, die durch eine Rückstellfeder 65 erzeugt wird, zwischen zwei Schaltstellungen bewegbar ist. Der Elektromagnet 64 wird durch eine elektrische Steuereinrichtung 61 angesteuert. Das Steuerventilglied 63 ist in einer Bohrung 66 eines Ventilkörpers der Steuerventileinrichtung 60 verschiebbar geführt. Das Steuerventilglied 63 weist durch eine Querschnittsverringernge eine etwa kegelförmige Dichtfläche 67 auf, die mit einem durch eine entsprechende Querschnittserweiterung der Bohrung 66 gebildeten etwa kegelförmigen Ventilsitz 68 zusammenwirkt. Mit dem Steuerventilglied 63 ist an dessen der Rückstellfeder 65 gegenüberliegendem Endbereich ein flanschförmiger Magnetanker 69 des Elektromagneten 64 verbunden. Der Elektromagnet 64 weist außerdem eine dem Magnetanker 69 axial gegenüberliegende feststehende Magnetspule 70 auf. Das erste Steuerventil 62 kann als 2/2- oder 2/3-Wegeventil ausgebildet sein.

[0009] Die Bohrung 66 ist an ihrem der Magnetspule 70 abgewandten Ende mit einem kraftstoffgefüllten Koppelraum 71 verbunden. Die Stirnseite des Steuerventilglieds 63 bildet in der Bohrung 66 eine bewegliche Begrenzung des Koppelraums 71. Es kann vorgesehen sein, daß das Steuerventilglied 63 mit seinem Endbereich aus der Bohrung 66 herausragt und in den Koppelraum 71 eintaucht. Die Rückstellfeder 65 kann zwischen einer Wand des Koppelraums 71 und der Stirnseite des Steuerventilglieds 63 eingespannt sein. Bei der in Figur 1 dargestellten Ausbildung der Steuerventileinrichtung 60 befindet sich das erste Steuerventil 62 durch die Kraft der Rückstellfeder 65 bei nicht bestromtem Elektromagneten 64 in einer geöffneten ersten Schaltstellung, in der die Dichtfläche 67 vom Ventilsitz 68 abgehoben ist. Zur Umschaltung des ersten Steuerventils 62 in seine geschlossene zweite Schaltstellung wird der Elektromagnet 64 bestromt, so daß der Magnetanker 69 durch die Magnetspule 70 angezogen wird. Das Steuerventilglied 63 wird dabei axial gegen die Kraft der Rückstellfeder 65 bewegt, bis es mit seiner Dichtfläche 67 am Ventilsitz 68 anliegt. Bei der Bewegung des Steuerventilglieds 63 bewirkt dieses durch die Verringerung des Volumens des Koppelraums 71 eine

Erhöhung des Drucks im Koppelraum 71.

[0010] Das zweite Steuerventil 72 weist ein Steuerventilglied 73 auf, das in einer Bohrung 76 eines Ventilkörpers der Steuerventileinrichtung 60 gegen eine Rückstellkraft verschiebbar geführt ist, die durch eine Rückstellfeder 75 erzeugt wird. Das Steuerventilglied 73 weist durch eine Querschnittsverringernge eine etwa kegelförmige Dichtfläche 77 auf, die mit einem durch eine entsprechende Querschnittserweiterung der Bohrung 76 gebildeten etwa kegelförmigen Ventilsitz 78 zusammenwirkt. Die der Rückstellfeder 75 abgewandte Stirnseite des Steuerventilglieds 73 ist vom Druck im Koppelraum 71 beaufschlagt. Der Endbereich des Steuerventilglieds 73 kann beispielsweise in den Koppelraum 71 ragen. Wenn der Druck im Koppelraum 71 gering ist, so befindet sich das zweite Steuerventil 72 in einer geöffneten ersten Schaltstellung, in der die Dichtfläche 77 vom Ventilsitz 78 abgehoben ist. Wenn durch das Steuerventilglied 63 des ersten Steuerventils 62 der Druck im Koppelraum 71 ausreichend erhöht ist, so wird das Steuerventilglied 73 des zweiten Steuerventils 72 gegen die Kraft der Rückstellfeder 75 bewegt und das zweite Steuerventil 72 in eine geschlossene zweite Schaltstellung umgeschaltet, in der dessen Steuerventilglied 73 mit seiner Dichtfläche 77 am Ventilsitz 78 anliegt. Das zweite Steuerventil 72 ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet.

[0011] Abweichend zum vorstehend beschriebenen kann auch vorgesehen sein, daß sich das erste Steuerventil 62 in nicht bestromtem Zustand des Elektromagneten 64 in einer ersten geschlossenen Schaltstellung befindet und durch Bestromung des Elektromagneten 64 in seine zweite geschlossene Schaltstellung umgeschaltet wird. Weiterhin kann vorgesehen sein, daß sich das zweite Steuerventil 72 in nicht bestromtem Zustand des Elektromagneten 64 und damit drucklosem Koppelraum 71 in einer ersten geschlossenen Schaltstellung befindet und durch Bestromung des Elektromagneten 64 und damit Druckerhöhung im Koppelraum 71 in seine zweite geöffnete Schaltstellung umgeschaltet wird.

[0012] Es kann weiterhin vorgesehen sein, daß der Elektromagnet 64 mit unterschiedlicher Stromstärke abgesteuert werden kann, wobei das Steuerventilglied 63 des ersten Steuerventils 62 ausgehend von einer ersten Schaltstellung bei unbestromtem Elektromagneten 64 bei Bestromung mit einer ersten Stromstärke in eine zweite Schaltstellung bewegt wird und bei Bestromung mit einer zweiten höheren Stromstärke in eine dritte Schaltstellung bewegt wird. Entsprechend werden durch das Steuerventilglied 63 des ersten Steuerventils 62 im Koppelraum 71 zwei unterschiedliche Druckniveaus eingestellt. Es ist dabei vorgesehen, daß das zweite Steuerventil 72 bereits bei Erreichen eines ersten Druckniveaus im Koppelraum 71 in seine zweite Schaltstellung umgeschaltet wird. Die Steifigkeit der Kopplung zwischen dem ersten Steuerventil 62 und dem zweiten Steuerventil 72 über den Koppelraum 71 kann nach der Gleichung $c = E \cdot A/V$ ermittelt werden, wobei

E der Elastizitätsmodul des Kraftstoffs im Koppelraum 71 ist, A die Querschnittsfläche des Steuerventilglieds 63 des ersten Steuerventils 62 ist und V das Volumen des Koppelraums 71 ist.

[0013] Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführung der Kraftstoffeinspritzeinrichtung wird durch das zweite Steuerventil 72 der Steuerventileinrichtung 60 zumindest mittelbar eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit einem Entlastungsraum gesteuert, als der beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dienen kann. Durch das zweite Steuerventil 72 kann direkt die Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 oder die Verbindung der Leitung 14 oder die Verbindung des Druckraums 40 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 gesteuert werden. Wenn sich das zweite Steuerventil 72 in seiner geöffneten Schaltstellung befindet, in der die Verbindung zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist, so kann sich im Pumpenarbeitsraum 22, der Leitung 14 und dem Druckraum 40 kein Hochdruck aufbauen. Wenn das zweite Steuerventil 72 in seine geschlossene Schaltstellung umgeschaltet ist, in der die Verbindung zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist, so kann sich im Pumpenarbeitsraum 22, der Leitung 14 und dem Druckraum 40 Hochdruck entsprechend dem Profil des den Pumpenkolben 18 antreibenden Nockens 20 aufbauen.

[0014] Durch das erste Steuerventil 62 der Steuerventileinrichtung 60 wird der Druck im Steuerdruckraum 52 des Kraftstoffeinspritzventils 12 gesteuert. Hierzu wird durch das erste Steuerventil 62 beispielsweise eine Verbindung des Steuerdruckraums 52 zumindest mittelbar mit dem Pumpenarbeitsraum 22 gesteuert. In der Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 kann eine Drosselstelle 57 vorgesehen sein. Der Steuerdruckraum 52 ist dabei ständig zumindest mittelbar mit einem Entlastungsraum verbunden, als der der Kraftstoffvorratsbehälter 24 dienen kann. In der Verbindung zwischen dem Steuerdruckraum 52 und dem Entlastungsraum 24 kann eine weitere Drosselstelle 59 vorgesehen sein. Bei nicht bestromtem Elektromagneten 64 befindet sich das erste Steuerventil 62 in einer ersten geöffneten Schaltstellung, in der die Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 geöffnet ist und sich somit im Steuerdruckraum 52 derselbe Druck wie im Pumpenarbeitsraum 22 herrscht. Das zweite Steuerventil 72 befindet sich bei nicht bestromtem Elektromagneten 64 in seiner geöffneten Stellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 mit dem Entlastungsraum 24 verbunden ist. Zum Beginn der Kraftstoffeinspritzung, beispielsweise für eine Voreinspritzung, wird das erste Steuerventil 62 in eine dritte, geschlossene Stellung gebracht, so daß das zweite Steuerventil 72 wegen der Druckerhöhung im Koppelraum 71 in seine geschlossene Stellung umschaltet. Der Pumpenarbeitsraum 22 ist dann vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt, so daß sich im Pumpenarbeitsraum 22 und im Druckraum 40 Hochdruck aufbaut und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet.

Durch das geschlossene erste Steuerventil 62 ist der Steuerdruckraum 52 vom Pumpenarbeitsraum 22 getrennt, so daß in diesem kein Hochdruck herrscht, da der Steuerdruckraum 52 zum Entlastungsraum 24 druckentlastet ist. Zur Beendigung der Voreinspritzung wird das erste Steuerventil 62 in eine zweite, geöffnete geschlossene Stellung umgeschaltet, in der die Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 geöffnet ist, so daß sich im Steuerdruckraum 52 Hochdruck aufbaut und das Kraftstoffeinspritzventil 12 schließt. Das zweite Steuerventil 72 bleibt dabei in seiner geschlossenen Stellung, so daß der Pumpenarbeitsraum 22 vom Entlastungsraum 24 getrennt ist. Infolge des Hochdrucks im Steuerdruckraum 52 schließt das Kraftstoffeinspritzventil 12, da dieser zumindest mittelbar über den Kolben 50 bzw. die Schließfeder auf das Einspritzventilglied 28 wirkt und dieses mit seiner Dichtfläche 34 gegen den Ventilsitz 36 drückt auch wenn im Druckraum 40 weiterhin Hochdruck herrscht. Für eine weitere Einspritzung, insbesondere eine Haupteinspritzung, wird das erste Steuerventil 62 wieder in seine dritte, geschlossene Stellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 druckentlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das erste Steuerventil 62 wieder in seine geöffnete zweite Stellung gebracht, während das zweite Steuerventil 72 geschlossen bleibt, so daß das Kraftstoffeinspritzventil 12 infolge des Hochdrucks im Steuerdruckraum 52 schließt. Für eine Nacheinspritzung wird das erste Steuerventil 62 nochmals in seine dritte, geschlossene Stellung gebracht, so daß der Steuerdruckraum 52 wieder druckentlastet ist und das Kraftstoffeinspritzventil 12 öffnet. Zur Beendigung der Nacheinspritzung wird das erste Steuerventil 62 in seine erste geöffnete Stellung gebracht und das zweite Steuerventil 72 wird ebenfalls in seine geöffnete Stellung gebracht.

[0015] In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der Aufbau der Steuerventileinrichtung 60 gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ist. Das erste Steuerventil 62 wird durch einen Elektromagneten 64 gesteuert. Durch das erste Steuerventil 62 wird zumindest mittelbar eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum gesteuert, wobei in dieser Verbindung wenigstens eine Drosselstelle 58 vorgesehen ist. Durch das zweite Steuerventil 72 wird abweichend vom ersten Ausführungsbeispiel ebenfalls zumindest mittelbar eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 als Entlastungsraum gesteuert. Durch das erste Steuerventil 62 wird somit eine gedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 gesteuert und durch das zweite Steuerventil 72 wird eine ungedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 gesteuert. Wenn keine Kraftstoffeinspritzung erfolgen soll, so befindet sich das erste Steu-

erventil 62 in seiner Schaltstellung, in der die gedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist und das zweite Steuerventil 72 befindet sich in seiner Schaltstellung, in der die ungedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 geöffnet ist. Zum Beginn der Kraftstoffeinspritzung wird das erste Steuerventil 62 in eine Schaltstellung gebracht, in der die gedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 weiterhin geöffnet ist, jedoch das zweite Steuerventil 72 durch die Druckerhöhung im Koppelraum 71 in eine zweite Schaltstellung gebracht wird, in der die ungedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist. Infolge der gedrosselten Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 kann sich im Pumpenarbeitsraum 22 nicht der volle Hochdruck aufbauen, so daß die Kraftstoffeinspritzung mit relativ geringem Druck beginnt. Mit zeitlicher Verzögerung wird das erste Steuerventil 62 in eine dritte Schaltstellung gebracht, in der die gedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt ist, während das zweite Steuerventil 72 in seiner geschlossenen Stellung verbleibt. Das bei der Umschaltung des ersten Steuerventils 62 in seine dritte Schaltstellung verdrängte Volumen wird im Koppelraum 71 komprimiert. Der Pumpenarbeitsraum 22 ist dann ganz vom Kraftstoffvorratsbehälter 24 getrennt und im Pumpenarbeitsraum 22 baut sich Hochdruck entsprechend dem Profil des Nockens 20 auf und die Kraftstoffeinspritzung erfolgt mit hohem Druck. Die Anordnung der Steuerventile 62,72 kann auch umgekehrt wie vorstehend beschrieben sein, so daß durch das erste Steuerventil 62 die ungedrosselte Verbindung gesteuert wird und durch das zweite Steuerventil 72 die gedrosselte Verbindung gesteuert wird.

[0016] In Figur 4 ist die Steuerventileinrichtung 160 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem nachfolgend im wesentlichen nur die vom ersten Ausführungsbeispiel abweichenden Merkmale erläutert werden. Das Steuerventilglied 163 des ersten Steuerventils 162 steuert hierbei nicht direkt den Druck im Koppelraum 171, sondern das Steuerventilglied 163 ist über ein federndes Element 180 beispielsweise in Form einer Feder mit einem Steuerkolben 182 gekoppelt, der den Koppelraum 171 begrenzt. Der Steuerkolben 182 stützt sich über eine Rückstellfeder 165 im Koppelraum 171 ab. Wenn das Steuerventilglied 163 durch Bestromung des Elektromagneten 164 bewegt wird, so führt dies nicht direkt zu einer Erhöhung des Drucks im Koppelraum 171 sondern es wird zunächst die Feder 180 komprimiert. Erst wenn sich das Steuerventilglied 163 so weit bewegt hat, daß die Kraft der Feder 182 geringer ist als die Kraft der Rückstellfeder 165 wird der Steuerkolben 182 gegen die Kraft der Rückstellfeder 165 mitbewegt und der Druck im Koppelraum 171 erhöht, so daß auch das zweite Steuerventil 172 umge-

schaltet wird. Das zweite Steuerventil 172 ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet.

[0017] In Figur 5 ist die Steuerventileinrichtung 260 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem nachfolgend im wesentlichen nur die vom ersten Ausführungsbeispiel abweichenden Merkmale erläutert werden. Das Steuerventilglied 273 des zweiten Steuerventils 272 ist dabei nicht direkt vom Druck im Koppelraum 271 beaufschlagt sondern ein Steuerkolben 282, der über ein federndes Element 280 beispielsweise in Form einer Feder mit dem Steuerventilglied 273 gekoppelt ist. Wenn das Steuerventilglied 263 des ersten Steuerventils 262 durch Bestromung des Elektromagneten 264 bewegt wird, so führt dies nicht direkt zu einer Bewegung des Steuerventilglieds 273 des zweiten Steuerventils 272 sondern zunächst zu einer Bewegung des Steuerkolbens 282, bei der die Feder 280 komprimiert wird. Erst wenn sich der Steuerkolben 282 so weit bewegt hat, daß die Kraft der Feder 282 geringer ist als die Kraft der Rückstellfeder 275 wird das Steuerventilglied 273 gegen die Kraft der Rückstellfeder 275 mitbewegt, so daß auch das zweite Steuerventil 272 umgeschaltet wird. Das erste Steuerventil 262 ist gleich wie beim ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel ausgebildet.

[0018] Durch die beim zweiten und dritten Ausführungsbeispiel vorgesehene Feder 182 bzw. 282 kann die Steifigkeit der Kopplung zwischen dem Steuerventilglied 163 bzw. 263 des ersten Steuerventils 162 bzw. 262 und dem Steuerventilglied 173 bzw. 273 des zweiten Steuerventils 172 bzw. 272 gezielt eingestellt werden, ohne daß das Volumen des Koppelraums 171 bzw. 271 sehr groß gewählt werden muß.

[0019] Durch die Steuerventileinrichtung 60,160,260 können auch beliebige andere Verbindungen einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung gesteuert werden als die vorstehend erläuterten Verbindungen des Pumpenarbeitsraums 22 mit dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 und die Verbindung des Steuerdruckraums 52 mit dem Pumpenarbeitsraum 22 oder dem Kraftstoffvorratsbehälter 24.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Steuerventileinrichtung (60; 160;260), die wenigstens zwei elektrisch gesteuerte Steuerventile (62,72;162,172;262,272) aufweist, die durch einen einzigen elektromagnetischen Aktor (64;164;264) gesteuert werden und die jeweils ein Steuerventilglied (63,73;163,173;263,273) aufweisen, das gegen eine Rückstellkraft zwischen wenigstens zwei Schaltstellungen bewegbar ist, wobei das Steuerventilglied (63;163;263) eines ersten Steuerventils (62;162;262) durch den Aktor (64;164;264) bewegbar ist und das Steuerventilglied (73;173;273) wenigstens eines zweiten Steu-

- erventils (72;172;272) zumindest mittelbar durch das Steuerventilglied (63;163;263) des ersten Steuerventils (62;162;262) bewegbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** durch das Steuerventilglied (63;163;263) des ersten Steuerventils (62;162;262) 5 zumindest mittelbar ein kraftstoffgefüllter Koppelraum (71;171;271) begrenzt wird, wobei bei der Schaltbewegung des Steuerventilglieds (63;163;263) der Druck im Steuerdruckraum (71;171;271) verändert wird und daß das Steuerventilglied (73;173;273) des zweiten Steuerventils (72;172;272) 10 zumindest mittelbar vom Druck im Koppelraum (71;171;271) beaufschlagt ist und durch die im Koppelraum (71;171;271) erfolgende Druckänderung zwischen seinen wenigstens zwei Schaltstellungen bewegbar ist. 15
2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerventilglieder (63,73;163,173;263,273) der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) nebeneinander angeordnet sind. 20
3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Koppelraum (71;171;271) ein derart großes Volumen aufweist, daß dieses durch Komprimierung eine Schaltbewegung des Steuerventilglieds (63) des ersten Steuerventils (62) unabhängig von einer Schaltbewegung des Steuerventilglieds (73) des zweiten Steuerventils (72) ermöglicht. 25 30
4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventilglied (163) des ersten Steuerventils (162) über ein federndes Element (180) mit einem beweglichen Steuerkolben (182) gekoppelt ist, durch den der Koppelraum (171) begrenzt wird. 35
5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steuerventilglied (273) des zweiten Steuerventils (272) über ein federndes Element (280) mit einem beweglichen Steuerkolben (282) gekoppelt ist, der vom Druck im Koppelraum (271) beaufschlagt ist. 40 45
6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens eines der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) als 2/2- oder 2/3-Wegeventil ausgebildet ist. 50
7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** diese eine Kraftstoffpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine aufweist, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher mit einem an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum (22) erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, daß durch eines der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) zumindest mittelbar eine Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird und daß durch ein anderes der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) der in einem Steuerdruckraum (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) herrschende Druck gesteuert wird, durch den das Einspritzventilglied (28) zumindest mittelbar in Schließrichtung beaufschlagt ist. 55
8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** diese eine Kraftstoffpumpe (10) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine aufweist, die einen durch die Brennkraftmaschine in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher mit einem an der Brennkraftmaschine angeordneten Kraftstoffeinspritzventil (12) verbunden ist, das ein Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den im Pumpenarbeitsraum (22) erzeugten Druck gegen eine Schließkraft in Öffnungsrichtung (29) bewegbar ist, daß durch eines der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) zumindest mittelbar eine ungedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird und daß durch ein anderes der Steuerventile (62,72;162,172;262,272) zumindest mittelbar eine gedrosselte Verbindung des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Entlastungsraum (24) gesteuert wird.

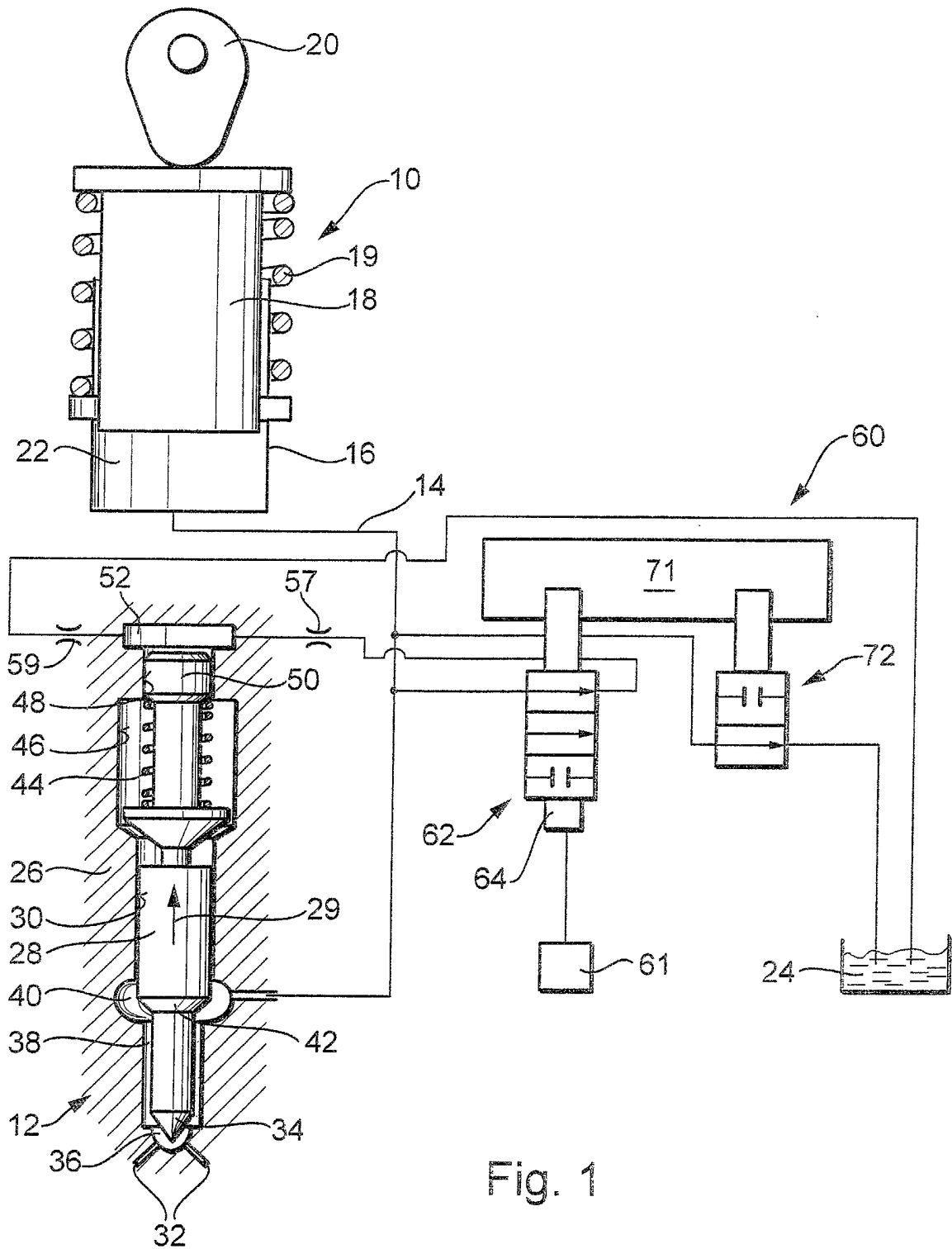


Fig. 1

