



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.05.2003 Patentblatt 2003/21

(51) Int Cl.7: **F02M 55/04**

(21) Anmeldenummer: **02017263.1**

(22) Anmeldetag: **01.08.2002**

(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

- Siegel, Heinz
70435 Stuttgart (DE)
- Joos, Klaus
74399 Walheim (DE)
- Laich, Martin
71711 Murr (DE)
- Ropertz, Peter
71739 Oberriexingen (DE)
- Müller, Uwe
71282 Hemmingen (DE)

(30) Priorität: **16.11.2001 DE 10156429**

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

(72) Erfinder:
• Rembold, Helmut
70435 Stuttgart (DE)

(54) **Hochdruckkraftstoffpumpe mit entlüftetem Membranspeicher**

(57) Es werden eine Hochdruckkraftstoffpumpe mit entlüftetem Membranspeicher (31) vorgeschlagen, bei welchem ein erster Teilraum (39) des Membranspeichers (31) mit einem Kraftstoffrücklauf über eine Dros-

sel (49) in Verbindung steht. Dadurch ist es möglich, eine Membran (35) einzusetzen, die nicht diffusionsdicht gegenüber Kraftstoff ist, aber ansonsten bessere Eigenschaften als diffusionsdichte Membrane aufweist.

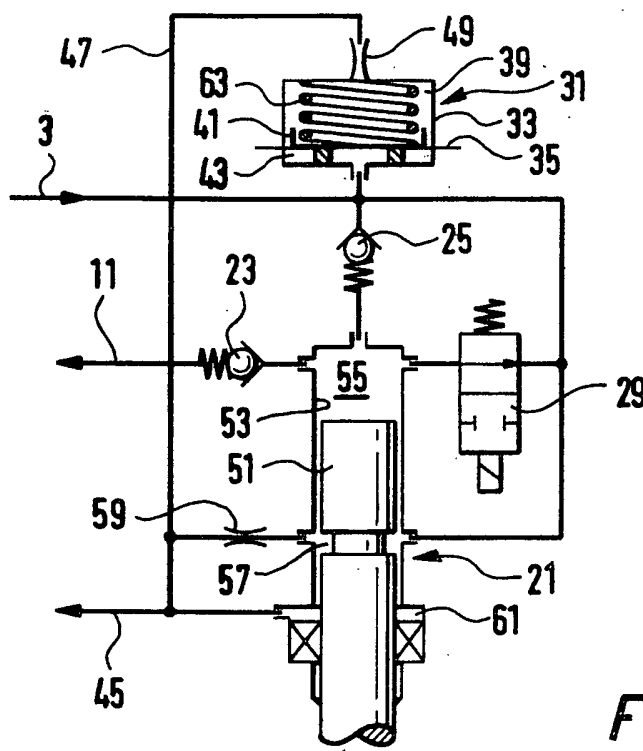


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdruckkraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit mindestens einem Pumpenelement, mit einem Kraftstoffzulauf, mit einer Hochdruckleitung, wobei das Pumpenelement Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf in die Hochdruckleitung fördert, und mit einem Membranspeicher, wobei der Membranspeicher einen ersten Teilraum und einen zweiten Teilraum aufweist, die durch eine Membran voneinander getrennt sind, und wobei der zweite Teilraum mit dem Druck des Kraftstoffzulaufs beaufschlagt wird.

[0002] Bei dieser Hochdruckkraftstoffpumpe, die bspw. in Common-Rail-Einspritzanlagen von Otto-Motoren mit Benzin-Direkteinspritzung eingesetzt wird, dient der Membranspeicher dazu, die während des Betriebs auftretenden Druckstöße im Kraftstoffzulauf zu dämpfen und eine ausreichende Versorgung des Förderraums mit Kraftstoff während des Saughubs des oder der Pumpenelemente zu gewährleisten.

[0003] Die Fördermengenregelung dieser Hochdruckkraftstoffpumpe erfolgt über ein Mengensteuerventil, welches zu diesem Zweck eine hydraulische Verbindung zwischen dem Förderraum des Pumpenelements und dem Kraftstoffzulauf herstellen kann. Wenn diese Verbindung hergestellt ist, fördert das Pumpenelement nicht mehr in die Hochdruckleitung; sondern in den Kraftstoffzulauf. Durch diese Regelung der Kolbenpumpe wird der Nutzungsgrad der Hochdruckkraftstoffpumpe verbessert, da sich die Arbeitsaufnahme des Pumpenelements stark verringert, wenn diese nur gegen den niedrigen Druck im Kraftstoffzulauf Arbeit verrichten muss.

[0004] Mit dem Öffnen des Mengensteuerventils wird der Kraftstoffzulauf schlagartig mit einem Druckstoß beaufschlagt, der zu erheblichen mechanischen Beanspruchungen der Einspritzanlage führt. Um diese Druckstöße mindestens teilweise abzubauen, ist ein Membranspeicher mit einer diffusionsdichten und in Folge dessen harten Membran im Kraftstoffzulauf vorgesehen.

[0005] Während des Saughubs des Pumpenelements tritt im Kraftstoffzulauf eine dynamische Druckabsenkung, was die Gefahr von Dampfblasenbildung und Kavitation mit sich bringt. Der Druckabsenkung im Kraftstoffzulauf entsteht, weil kurzzeitig die von der Kolbenpumpe angesaugte Kraftstoffmenge größer ist als die von einer Niederdruckpumpe in den Kraftstoffzulauf geförderte Kraftstoffmenge; bzw. weil die Flüssigkeit in der Zulaufleitung beschleunigt werden muß. In diesem Betriebszustand hält der Membranspeicher den Druck im Kraftstoffzulauf mindestens teilweise aufrecht, so dass die unerwünschte Dampfblasenbildung wirksam unterdrückt wird.

[0006] Wenn der Membranspeicher, beispielsweise

durch den Bruch der Membran, unwirksam geworden ist, sind Bypass und Kraftstoffzulauf den oben genannten Druckspitzen voll ausgesetzt, was über kurz oder lang zu deren Beschädigung führt. Außerdem kann ohne den Membranspeicher während des Saughubs der Kolbenpumpe Kavitation entstehen, was zu deren Beschädigung führen kann.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruckkraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine mit einem klein bauenden Membranspeicher mit einem guten Dämpfungsverhalten bereitzustellen,

[0008] Diese Aufgabe wird bei einer Hochdruckkraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit mindestens einem Pumpenelement, mit einem Kraftstoffzulauf, mit einer Hochdruckleitung, wobei die Kolbenpumpe Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf in die Hochdruckleitung fördert, und mit einem Membranspeicher, wobei der Membranspeicher einen ersten Teilraum und einen zweiten Teilraum aufweist, die durch eine Membran voneinander getrennt sind, und wobei der zweite Teilraum mit dem Druck des Kraftstoffzulaufs beaufschlagt wird, dadurch gelöst, dass der erste Teilraum mit dem Kraftstoffrücklauf hydraulisch in Verbindung steht.

Vorteile der Erfindung

[0009] Durch die hydraulische Verbindung von erstem Teilraum und Kraftstoffrücklauf kann eine weiche Membran eingesetzt werden, mit der große Hübe realisierbar sind. Solche erfindungsgemäßen Membranen können aus Gummi, der gegenüber Kraftstoff nicht diffusionsdicht ist, hergestellt werden. Membranen nach dem Stand der Technik, die diffusionsdicht sein müssen, sind sehr hart, so dass ein großer Durchmesser des Membranspeichers erforderlich ist, um das notwendige Dämpfungsvolumen aufzunehmen.

[0010] Die erfindungsgemäße Verbindung zwischen erstem Teilraum und Kraftstoffrücklauf ermöglicht die Abfuhr des durch die weiche und gut dämpfende Membran diffundierenden Kraftstoffs in den Kraftstoffrücklauf.

[0011] Außerdem ist durch die erfindungsgemäße hydraulische Verbindung gewährleistet, dass selbst beim Bruch der Membran kein Kraftstoff in die Umwelt gelangen kann. Schließlich ist die erfindungsgemäße Lösung sehr einfach realisierbar und kann ohne größere Änderungen auch an bereits bestehenden in Serie gefertigten Hochdruckkraftstoffpumpen eingeführt werden.

[0012] Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass in der hydraulischen Verbindung zwischen erstem Teilraum und Kraftstoffrücklauf eine Drossel und/oder eine Blende vorgesehen ist, so dass die kleine Kraftstoffmenge, welche durch die Membran diffundiert ohne weiteres aus dem zweiten Teilraum ausgeschoben werden kann.

[0013] Eine nochmals gesteigerte Funktionsfähigkeit ergibt sich, wenn der Strömungswiderstand der Drossel oder der Blende in Richtung vom ersten Teilraum zum

Kraftstoffrücklauf so bemessen ist, dass sich bei defekter Membran im Kraftstoffzulauf ein gegenüber dem Normalzustand deutlich verringerter zeitlich gemittelter Druck im ersten Teilraum einstellt, so dass bei Versagen des Membranspeichers die Brennkraftmaschine mit reduzierter Kraftstofffördermenge und infolgedessen auch reduzierten Drücken in der Hochdruckleitung weiterbetrieben werden kann. Somit steht dem Fahrer eines mit einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe ausgestatteten Fahrzeugs eine Notfahrfunktion zur Verfügung, die es ihm erlaubt, die nächstgelegene Werkstatt anzufahren. Wegen der reduzierten Kraftstofffördermenge und der sich daraus ergebenden Leistungsreduktion der Brennkraftmaschine erkennt das Steuergerät eine Fehlfunktion und kann eine Warneinrichtung, wie z.B. eine Signalleuchte im Armaturenbrett des Fahrzeugs, aktivieren.

[0014] Üblich ist eine Förderhöhe der Niederdruckpumpe von etwa 4 bis 6 Bar. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn der Strömungswiderstand der Drossel oder Blende so gewählt wird, dass sich bei defekter Membran ein mittlerer Druck von etwa 1,5 Bar im Kraftstoffzulauf einstellt. Diese Druckunterschiede sind einerseits ausreichend groß, um leicht detektiert werden zu können und andererseits ist ein Druck von 1,5 Bar im Kraftstoffzulauf ausreichend hoch, um eine Notfahrfunktion des Fahrzeugs zu ermöglichen.

[0015] Das Betriebsverhalten der erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe wird weiter verbessert, wenn der Strömungswiderstand der Drossel oder Blende in Richtung vom ersten Teilraum zum Kraftstoffrücklauf kleiner ist als vom Kraftstoffrücklauf zum ersten Teilraum. Bei dieser Auslegung der Drossel oder Blende ist gewährleistet, dass die Abfuhr von Kraftstoff aus dem ersten Teilraum nur gegen einen geringen Strömungswiderstand erfolgen muss, während das Zurückströmen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf in den ersten Teilraum behindert wird. Infolgedessen kommt es im Betrieb zur Ausbildung von Dampfblasen im ersten Teilraum, was die Funktion des Dämpfers verbessert.

[0016] Dieser Effekt kann weiter gesteigert werden, wenn in der hydraulischen Verbindung zwischen erstem Teilraum und Kraftstoffrücklauf ein Rückschlagventil vorgesehen wird. Dieses Rückschlagventil ist so anzuordnen, dass das Rückströmen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf in den ersten Teilraum unterbunden wird.

[0017] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe sind die Drossel, die Blende und/oder das Rückschlagventil in einem Verbindungsstück angeordnet, welches in eine die hydraulische Verbindung zwischen erstem Teilraum und Kraftstoffrücklauf bildende Bohrung in einem Pumpengehäuse der Hochdruckkraftstoffpumpe und/oder des Membranspeichers angeordnet, insbesondere eingepresst, ist.

[0018] Weitere Varianten der erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe sehen vor, dass die Mem-

bran mindestens eine elastische Gummischicht aufweist und/oder dass der Membranspeicher ein federbelasteter Membranspeicher ist. Beide Varianten erlauben die Ausgestaltung eines besonders gut Druckstöße dämpfenden Membranspeichers.

[0019] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der Zeichnung, deren Beschreibung und den Patentansprüchen entnehmbar.

10 Zeichnung

[0020] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels einer Einspritzanlage mit einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe,

Fig. 3 Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Drossel und eines erfindungsgemäßen Rückschlagventils und

Fig. 4 eine Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe.

30 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0021] Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines ersten Ausführungsbeispiels einer mit einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe 1 ausgestatteten Einspritzanlage für Brennkraftmaschinen. Die Hochdruckkraftstoffpumpe 1 wird über einen Kraftstoffzulauf 3, 3a, 3b mit Kraftstoff aus einem Tank 5 versorgt. Der Kraftstoff wird von einer elektrischen Niederdruckkraftstoffpumpe 7 aus dem Tank 5 in den Kraftstoffzulauf 3 gefördert. Ein Niederdruckregler 9 regelt den Druck im Kraftstoffzulauf 3 auf beispielsweise 4 bis 6 bar.

[0022] Die erfindungsgemäße Hochdruckkraftstoffpumpe 1 fördert im hier dargestellten Ausführungsbeispiel über eine Hochdruckleitung 11 in einen Common-Rail 13, der wiederum mit Injektoren 15 verbunden ist. Am Common-Rail 13 sind ein Druckbegrenzungsventil 17 und ein Drucksensor 19 angeordnet. Nicht dargestellt in Fig. 1 sind ein Steuergerät, welches die Regelung und Steuerung der Einspritzanlage übernimmt, Signalleitungen, elektrische Versorgungsleitungen und anderes mehr.

[0023] Die Hochdruckkraftstoffpumpe 1 weist bspw. mindestens ein Pumpenelement 21 mit einem Kolben (nicht dargestellt) und einem Zylinder (nicht dargestellt) auf. Das Pumpenelement 21 fördert Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 3 in die Hochdruckleitung 11. Um ein Rückströmen des Kraftstoffs aus der Hochdruckleitung 11 in das Pumpenelement 21 und aus dem Pumpenele-

ment 21 in den Kraftstoffzulauf 3b zu unterbinden, sind ein Auslaßventil 23 in der Hochdruckleitung 11 und ein Einlaßventil 25 im Kraftstoffzulauf 3b vorgesehen.

[0024] Die Mengenregelung der Hochdruckkraftstoffpumpe 1 erfolgt über einen Bypass 27, welcher einen nicht dargestellten Förderraum des Pumpenelements 21 und den Kraftstoffzulauf 3 miteinander verbindet, und ein im Bypass 27 angeordnetes Mengensteuerventil 29.

[0025] Wenn das Mengensteuerventil 29, wie in Fig. 1 dargestellt, geöffnet ist, fördert das Pumpenelement 21 keinen Kraftstoff in die Hochdruckleitung 11, sondern ausschließlich in den Bypass 27.

[0026] Sobald das Mengensteuerventil 29 geschlossen wird, baut sich während des Förderhubs des Pumpenelements 21 ein Druck im Förderaum (nicht dargestellt) des Pumpenelements 21 auf und das Pumpenelement 21 fördert in die Hochdruckleitung 11, sobald der Druck im Förderaum (nicht dargestellt) höher ist als der Druck in der Hochdruckleitung 11 hinter dem Auslaßventil 23.

[0027] Wenn das Mengensteuerventil 29 während des Förderhubs geöffnet wird, wird der Kraftstoff im Bypass 27 und anschließend im Kraftstoffzulauf 3 mit einem Druckstoß beaufschlagt, welcher die dem Pumpenelement 21 vorgelagerten Komponenten wie Tank 5, Niederdruckkraftstoffpumpe 7, Niederdruckregler 9 oder nicht dargestellte Verbindungselemente, wie z. B. Schnellanschlüsse der Kraftstoffhochdruckpumpe, beschädigen können.

[0028] Um diese Druckstöße abzubauen, ist im Kraftstoffzulauf 3 ein Membranspeicher 31 vorgesehen. Der Membranspeicher 31, der hier nur schematisch dargestellt ist, besteht aus einem Gehäuse 33, dessen Innenraum von einer Membran 35 in zwei Teilräume unterteilt wird. Wenn die Membran 35 unbeschädigt ist, dichtet die Membran 35 die Teilräume flüssigkeitsdicht gegeneinander ab. Im ersten Teilraum 39 des Gehäuses 33 ist eine Druckfeder 37 untergebracht, die sich gegen die Membran 35 und das Gehäuse 33 abstützt. Der zweite Teilraum 43 des Gehäuses 33 ist mit dem Kraftstoffzulauf 3 verbunden und ist mit Kraftstoff gefüllt. Sobald der oben genannte Druckstoß den zweiten Teilraum 43 des Membranspeichers 31 erreicht, wird die Druckfeder 37 zusammengepresst und absorbiert somit die in dem Druckstoß enthaltene Energie.

[0029] Wenn das Pumpenelement 21 während des Saughubs mit hoher Geschwindigkeit Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 3 ansaugt, führt dies zu einem starken Druckabfall im Kraftstoffzulauf 3, 3a und 3b, da die Förderleistung der Niederdruckkraftstoffpumpe 7 nicht ausreicht, um diese Bedarfsspitze abzufahren. Während der Druck im Kraftstoffzulauf 3 genügend absinkt, drückt die Druckfeder 37 die Membran 35 des Membranspeichers 31 in Richtung des zweiten Teilraums und fördert somit Kraftstoff aus dem Membranspeicher 31 in den Kraftstoffzulauf 3. Der Membranspeicher 31 hat also zwei Funktionen: Er schützt die Einspritzanlage vor schädlichen Druckspitzen und er gewährleistet ei-

nen ausreichenden Kraftstofffluss aus dem Kraftstoffzulauf 3b in das Pumpenelement 21 während des Saughubs.

[0030] Die Leckagemenge des Pumpenelements 21 wird über einen Kraftstoffrücklauf 45 in den Tank 5 zurückgeleitet. Zwischen dem ersten Teilraum 39 und dem Kraftstoffrücklauf 45 ist eine Verbindungsleitung 47 mit einer Drossel 49 vorhanden über die Kraftstoff (nicht dargestellt), welcher durch die Membran 35 in den ersten Teilraum 39 diffundiert, abgeführt werden kann. Wenn die Membran 35 sich während des Saughubs, wie oben beschrieben, in Richtung des zweiten Teilraums 43 bewegt, drosselt die Drossel 49 den Kraftstoffrückfluß aus dem Kraftstoffzulauf 3 in den ersten Teilraum 39 so stark, dass der Kraftstoff im ersten Teilraum 39 aufgrund des starken Unterdruck mindestens teilweise verdampft. Im ersten Teilraum herrscht also höchstens ein dem Dampfdruck des Kraftstoffs entsprechender Druck, was wiederum die elastischen Eigenschaften im ersten Teilraum verbessert.

[0031] Wenn die Membran 35 des Membranspeichers 31 undicht werden sollte, fließt der Kraftstoff auch in den ersten Teilraum 39 und über die Verbindungsleitung 47 in den Kraftstoffrücklauf 45. Dadurch wird der Membranspeicher 31 wirkungslos und der Druck im Kraftstoffzulauf 3 sinkt so weit ab (beispielsweise auf 1,5 bar), dass die Brennkraftmaschine nur noch mit reduzierter Leistung und Drehzahl betrieben werden kann. Dadurch werden Schäden, die andernfalls durch die Druckspitzen beim Steuern der Fördermenge des Pumpenelements entstehen würden verhindert. Durch den Druckabfall im Kraftstoffzulauf 3 kann die Fehlfunktion der Einspritzanlage vom nicht dargestellten Steuergerät erkannt und ein entsprechendes Notfahrprogramm aktiviert werden.

[0032] In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe ausschnittsweise dargestellt. Gleiche Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen und es gilt das betreffend der Figur 1 Gesagte entsprechend. In Figur 2 ist deutlich zu erkennen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel das Pumpenelement 21 aus einem Kolben 51, der in einer Zylinderbohrung 53 geführt ist, besteht. Die Zylinderbohrung 53 und der Kolben 51 begrenzen einen Förderraum 55. Über das Einlassventil 25 kann der Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 3 in den Förderraum 55 gelangen, wenn der Kolben 51 sich in der in Figur 2 dargestellten Anordnung nach unten bewegt. Dies ist der sog. Saughub.

[0033] Sobald der Kolben 51 sich wieder nach oben in Richtung des Einlassventils 25 bewegt, verringert sich das Volumen des Förderraums 55, das Einlassventil 25 schließt und Kraftstoff wird über das Auslassventil 23 in die Hochdruckleitung 11 ausgeschoben, vorausgesetzt, das Mengensteuerventil 29 ist geschlossen.

[0034] Wenn der Kolben 51 ausreichend Kraftstoff in die Hochdruckleitung 11 gefördert hat, wird das Mengensteuerventil 29 geöffnet. Diese Schaltstellung des

Mengensteuerventils 29 ist in Figur 2 dargestellt. Durch das geöffnete Mengensteuerventil 29 kann der vom Kolben 51 geförderte Kraftstoff in den Kraftstoffzulauf 3 ausgeschoben werden. Daraus resultiert der bereits erwähnte Druckstoß im Kraftstoffzulauf 3, welcher durch den Membranspeicher 31 gedämpft wird. Am Kolben 51 ist ein Ringkanal 57 vorgesehen, welcher von Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf 3 durchströmt wird. Dadurch wird der Kolben 51 gekühlt und geschmiert. Über eine Ablaufdrossel 59 wird der Kraftstoff aus dem Ringkanal 57 in den Kraftstoffrücklauf 45 abgeführt. Die Leckagemenge des Pumpenelements 21 wird aus einem Leckageraum 61 ebenfalls in den Kraftstoffrücklauf 45 abgeführt.

[0035] In Figur 2 ist zu erkennen, dass der Membranspeicher 31 ein Gehäuse 33 aufweist. Eine Membran 35 unterteilt das Innenvolumen des Gehäuses 33 in einen ersten Teilraum 39 und einen zweiten Teilraum 43 flüssigkeitsdicht. Der zweite Teilraum 43 ist hydraulisch mit dem Kraftstoffzulauf 3 verbunden. Wenn im Kraftstoffzulauf 3 ein Druckstoß auftritt, hebt dieser die Membran 35 gegen die Kraft einer im ersten Teilraum 39 angeordneten Druckfeder 63 an und baut somit diesen Druckstoß ab. Die Druckfeder 63 stützt sich über eine Stützplatte 65 einseitig auf der Membran 35 ab.

[0036] Wie bereits an Hand des ersten Ausführungsbeispiels (Figur 1) erläutert, steht der erste Teilraum 39 über die Drossel 49 und die Verbindungsleitung 47 mit dem Kraftstoffrücklauf 45 hydraulisch in Verbindung. Wenn durch die Membran 35 Kraftstoff vom zweiten Teilraum 43 in den ersten Teilraum 39 diffundiert, kann dieser Kraftstoff über die Verbindungsleitung 47 abgeführt werden. Die Drossel 49 ist so bemessen, dass diese geringen Kraftstoffmengen, welche durch die Membran 35 diffundieren, ohne weiteres abgeführt werden können. Andererseits kann der Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf 45 nicht vollständig in den ersten Teilraum 39 zurückströmen, wenn die Druckfeder 63 während des Saughubs des Pumpenelements 21 die Membran wieder in ihre Ausgangslage zurückdrückt. Dieser Vorgang vollzieht sich mit einer sehr hohen Geschwindigkeit und deshalb kann der Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf 45 nicht in der gleichen Geschwindigkeit durch die Drossel 49 strömen. Es bildet sich deshalb eine Dampfblase im ersten Teilraum 39. Wegen dieser Dampfblase ist die Funktionsfähigkeit des Membranspeichers 31 als Druckdämpfer trotz der Verbindungsleitung 47 zum Kraftstoffrücklauf 45 gewährleistet. Des Weiteren ist die Drossel 49 so zu dimensionieren, dass im Fall einer defekten Membran 35 sich ein reduziertes Druckniveau im Kraftstoffzulauf 3 einstellt. Dieses reduzierte Druckniveau von z. B. 1,5 bar ist ausreichend, um einen Notlaufbetrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten ohne unzulässig hohe Druckstöße im Kraftstoffzulauf 3 durch das Öffnen des Mengensteuerventils 29 zu verursachen, so dass Schäden während des Notfahrbetriebs am Kraftstoffzulauf 3 und der mit ihm verbundenen Bauteile nicht entstehen. Dies wird dadurch

erreicht, dass nach der Fehlererkennung durch die Diagnose im Steuergerät, der Systemdruck im Common-Rail deutlich reduziert wird, was wiederum zu niedrigeren Druckstößen auf der Zulaufleitung nach dem Öffnen des Mengensteuerventils führt. Dadurch reduziert sich auch die Maximaldrehzahl der Brennkraftmaschine.

[0037] In Figur 3 sind zwei Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Membranspeicher 31 ausschnittsweise dargestellt. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3a ist an Stelle der Drossel 49 ein Rückschlagventil 67 vorgesehen. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3b ist die Drossel 49 so ausgebildet, dass sie einen geringen Strömungswiderstand in der Strömungsrichtung vom ersten Teilraum 39 in die Verbindungsleitung 49 hat und umgekehrt einen demgegenüber deutlich größeren Strömungswiderstand hat. Dieser erhöhte Strömungswiderstand fördert die Dampfblasenbildung im ersten Teilraum 39 während des Saughubs des Pumpenelements 21 (siehe Figur 2).

[0038] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hochdruckkraftstoffpumpe im Schnitt dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Gehäuse 33 des Membranspeichers 31 zweiteilig ausgeführt. Es besteht aus einem Deckel 33a und einem Unterteil 33b. Durch Verschrauben von Deckel 33a und Unterteil 33b wird die Membran 35 festgeklemmt und gleichzeitig die Druckfeder 63 vorgespannt. Die Verbindungsleitung 47 verläuft teilweise durch den Deckel 33a und anschließend durch ein Gehäuse 69 der Hochdruckkraftstoffpumpe. In einem erweiterten Abschnitt 71 der Verbindungsleitung 47 ist ein Verbindungsteil 73 eingesetzt. In diesem Verbindungsteil 73 ist die Drossel 49 vorgesehen. Diese Lösung ist fertigungstechnisch und im Hinblick auf eventuelle Reparaturen sehr günstig. Selbstverständlich können bei allen Ausführungsbeispielen an Stelle der Drossel 49 ein Rückschlagventil vorgesehen sein. Auch die Kombination von Drossel 49 (siehe Figur 3b) und Rückschlagventil 67 (siehe Figur 3a) ist möglich und in bestimmten Anwendungsfällen auch vorteilhaft.

[0039] Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Patentansprüche

1. Hochdruckkraftstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit mindestens einem Pumpenelement (21), mit einem Kraftstoffzulauf (3), mit einem Kraftstoffrücklauf (45), mit einer Hochdruckleitung (11), wobei das Pumpenelement (21) Kraftstoff aus dem Kraftstoffzulauf (3) in die Hochdruckleitung (11) fördert, und mit einem Membranspeicher (31), wobei der Membranspeicher (31) einen ersten Teilraum (39) und einen zweiten Teilraum (43) aufweist, die durch eine Membran (35) voneinander getrennt

sind, wobei der zweite Teilraum (43) mit dem Druck des Kraftstoffzulaufs (3) beaufschlagt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Teilraum (39) mit einem Kraftstoffrücklauf (45) hydraulisch in Verbindung steht.

2. Hochdruckkraftstoffpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der hydraulischen Verbindung zwischen erstem Teilraum (39) und Kraftstoffrücklauf (45) eine Drossel (49) oder eine Blende vorgesehen ist. 10
3. Hochdruckkraftstoffpumpe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungswiderstand der Drossel (49) oder Blende in Richtung vom ersten Teilraum (39) zum Kraftstoffrücklauf (45) so bemessen ist, dass sich bei defekter Membran (35) im Kraftstoffzulauf (3) ein gegenüber dem Normalzustand deutlich verringerter mittlerer Druck einstellt. 15 20
4. Hochdruckkraftstoffpumpe nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungswiderstand der Drossel (45) oder Blende in Richtung vom ersten Teilraum (39) zum Kraftstoffrücklauf (45) kleiner ist als vom Kraftstoffrücklauf (45) zum ersten Teilraum (39). 25
5. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der hydraulischen Verbindung zwischen erstem Teilraum (39) und Kraftstoffrücklauf (45) ein Rückschlagventil (67) vorgesehen ist. 30
6. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drossel (45), die Blende und/oder das Rückschlagventil (67) in einem Verbindungsstück (73) angeordnet sind, und dass das Verbindungsstück (73) in eine die hydraulische Verbindung zwischen erstem Teilraum (39) und Kraftstoffrücklauf (45) bildende Bohrung (71) in einem Pumpengehäuse (69) der Hochdruckkraftstoffpumpe (1) und/oder des Membranspeichers (31) angeordnet, insbesondere eingepresst, ist. 35 40 45
7. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (35) mindestens eine elastische Gummischicht aufweist. 50
8. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Membranspeicher ein federbelasteter Membranspeicher (31) ist. 55
9. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass eine Verbindungsleitung (47) im Inneren der Hochdruckkraftstoffpumpe an den Kraftstoffrücklauf (45) angebunden ist.

- 5 10. Hochdruckkraftstoffpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in einem Common-Rail (13) nach der Erkennung eines Ausfalls des Membranspeichers reduziert wird.

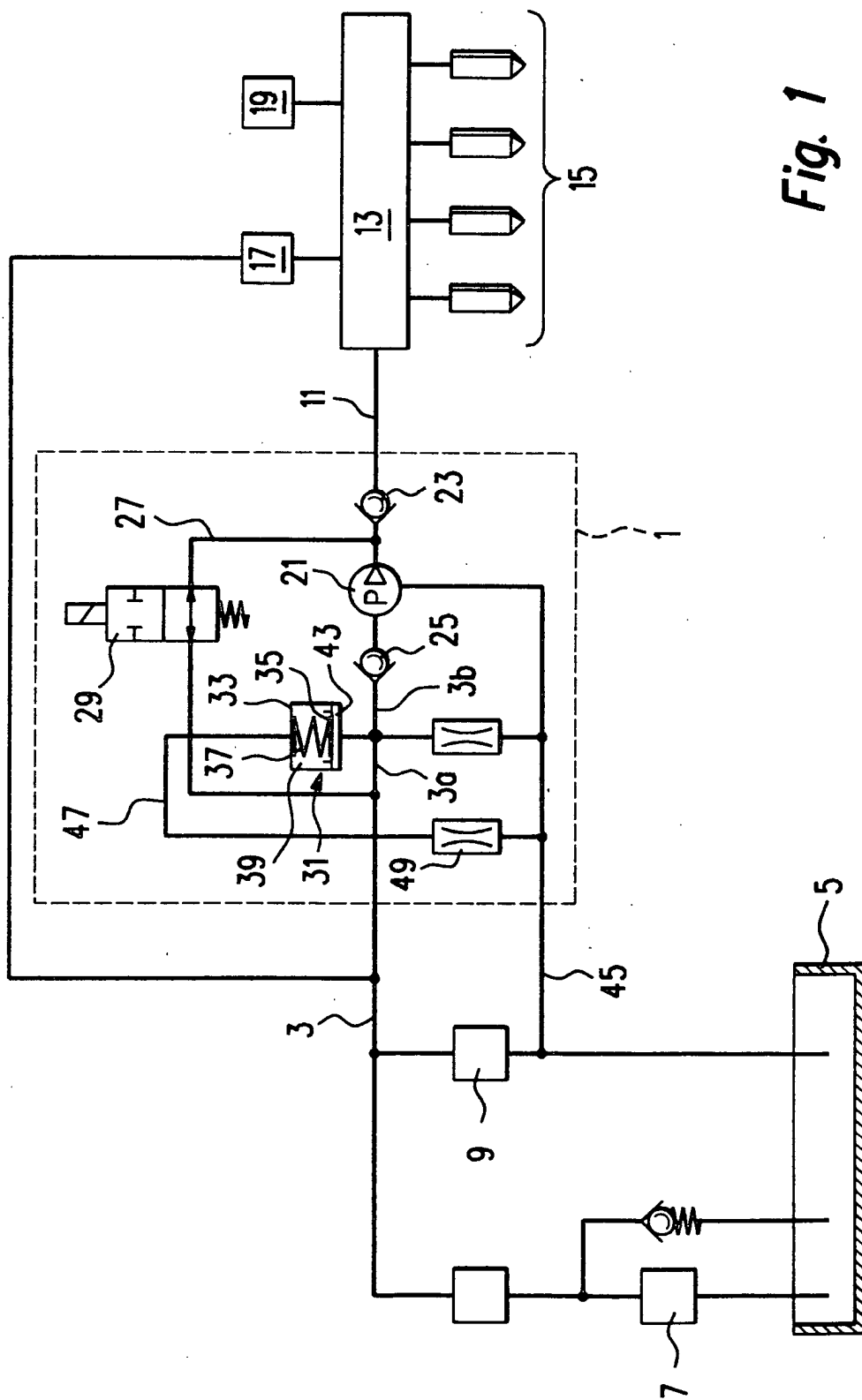


Fig. 1

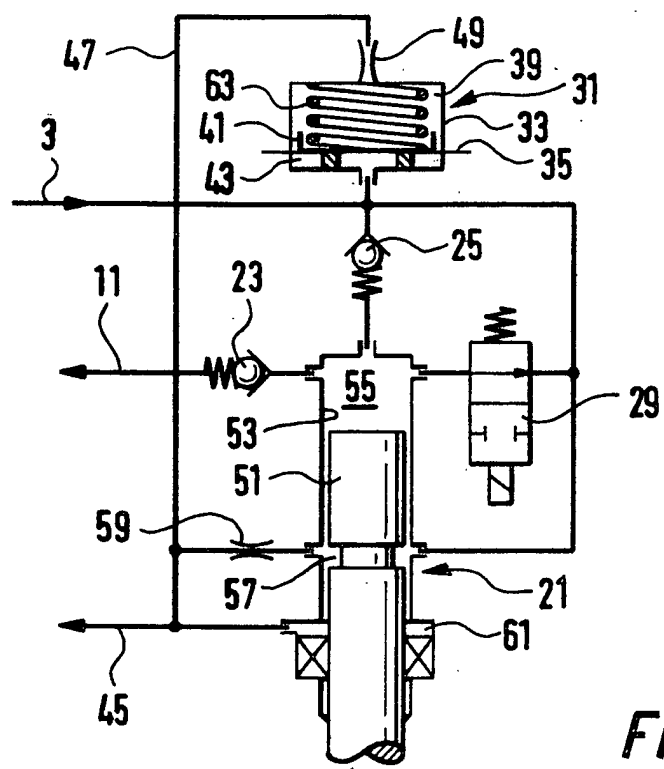


Fig. 2

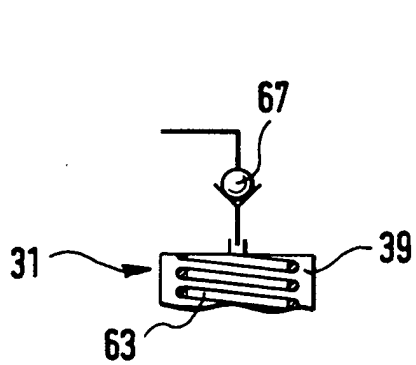


Fig. 3a

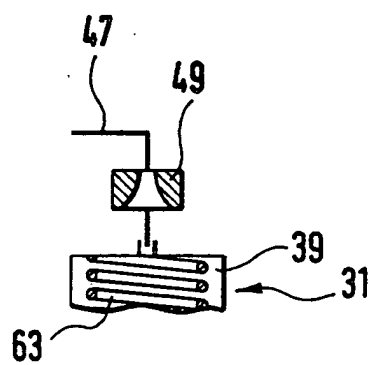


Fig. 3b

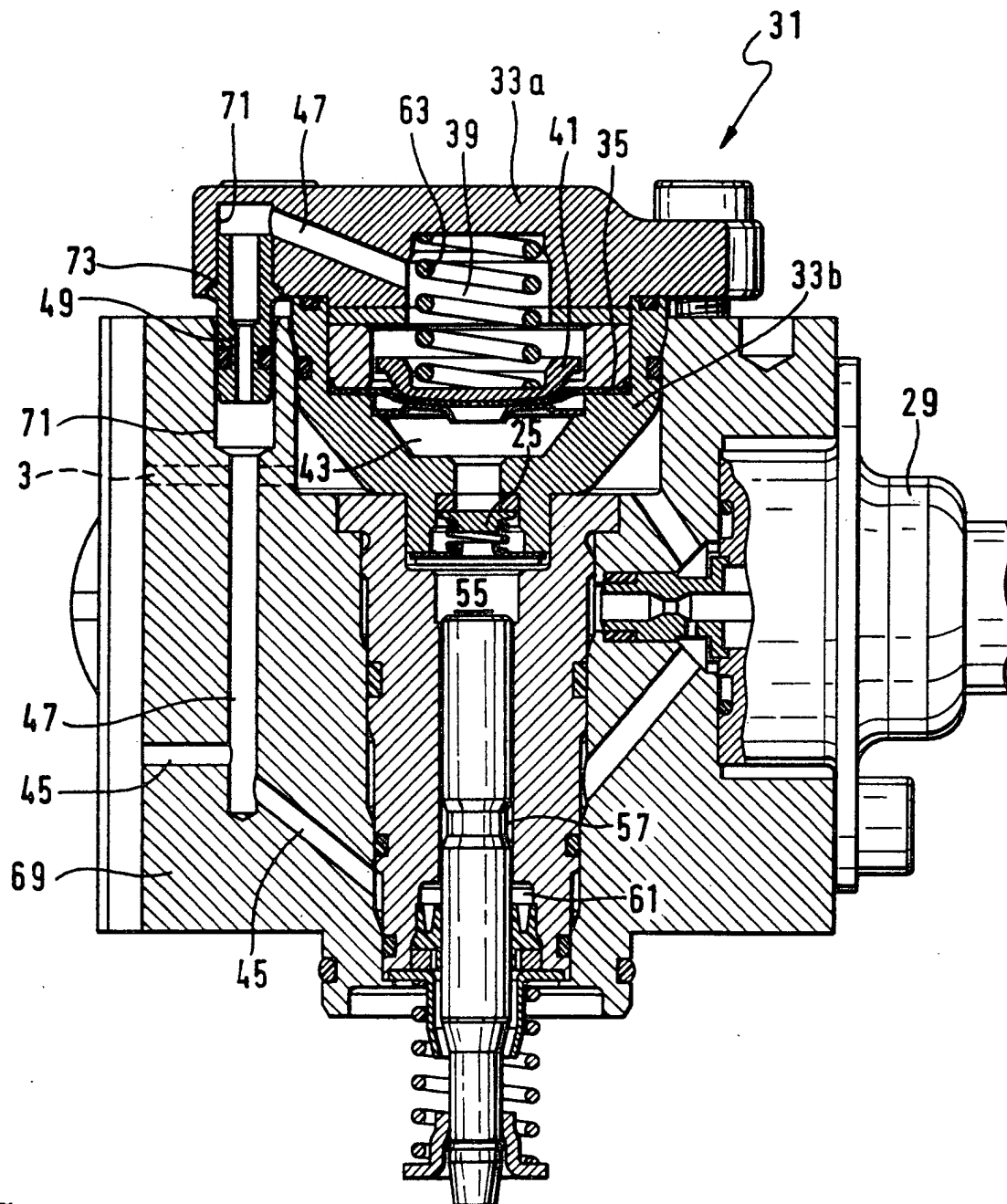


Fig. 4