



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 39 052 B4** 2004.09.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 39 052.1**
(22) Anmeldetag: **08.08.2001**
(43) Offenlegungstag: **27.02.2003**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.09.2004**

(51) Int Cl.7: **F02M 63/00**
F02M 37/04, F02D 1/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

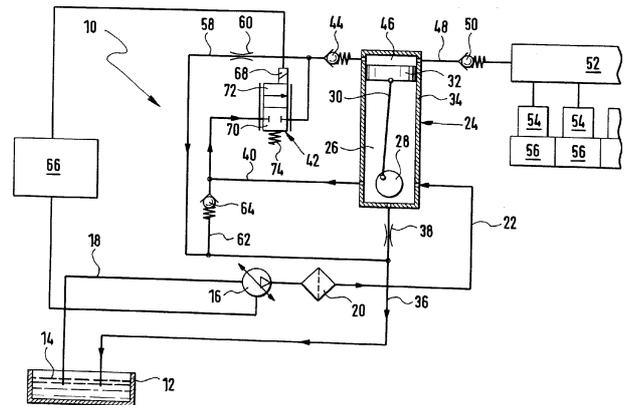
(74) Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188 Stuttgart

(72) Erfinder:
Kellner, Andreas, 71696 Möglingen, DE; Hammer, Juergen, Dr., 70734 Fellbach, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 199 33 569 A1
DE 199 26 308 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, Computerprogramm, Steuer- und/oder Regelgerät, sowie Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, bei dem eine erste Kraftstoffpumpe (16) Kraftstoff (14) aus einem Kraftstoffbehälter (12) zu einer zweiten Kraftstoffpumpe (24) fördert, die Kraftstoff (14) zu einer Kraftstoff-Sammelleitung (52) fördert, wobei eine Zumesseinheit (42) von einem Steuer- und/oder Regelgerät (66) angesteuert wird, die zum Eingang der zweiten Kraftstoffpumpe (24) gelangende Kraftstoffmenge zumisst, und im Normalbetrieb stromlos geschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät (66) die Zumesseinheit (42) stromlos und die Kraftstoffförderung zur Zumesseinheit (42) hin unterbrochen wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, bei dem eine erste Kraftstoffpumpe Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter zu einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert, die Kraftstoff zu einer Kraftstoff-Sammelleitung fördert, wobei eine Zumesseinheit von einem Steuer- und/oder Regelgerät angesteuert wird, die zum Eingang der zweiten Kraftstoffpumpe gelangende Kraftstoffmenge zumisst, und im Normalbetrieb stromlos geschlossen ist.

Stand der Technik

[0002] Ein solches Verfahren ist aus der DE 199 33 569 A1 bekannt. Dort ist eine Pumpenanordnung für Kraftstoff offenbart, die eine als Hochdruckpumpe ausgebildete Hauptförderpumpe und eine vorgeschaltete Vorförderpumpe aufweist. Die Vorförderpumpe ist als mechanische Kraftstoffpumpe ausgebildet und fördert einen Kraftstoffstrom über eine Kraftstoffleitung aus einem Tank. Ein Teil des geförderten Kraftstoffstroms wird durch den Antriebs-/Kurbelraum der Hauptförderpumpe geführt. Ein anderer Teil gelangt zunächst zu einer Zumesseinheit und dann weiter zur Hauptförderpumpe. Die Zumesseinheit ist als elektromagnetisches Steuerventil ausgestaltet, welches über eine Feder in eine geschlossene Stellung beaufschlagt werden kann.

[0003] Aus der DE 199 26 308 A1 ist eine ähnliche Vorrichtung bekannt, bei deren Hauptförderpumpe es sich handelt um eine von einer Exzenterwelle angetriebene Radialkolbenpumpe handelt. Die Radialkolbenpumpe fördert in eine Kraftstoff-Sammelleitung, welche gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet wird. Von der Kraftstoff-Sammelleitung gelangt der Kraftstoff zu Einspritzventilen, welche den Kraftstoff Brennräumen der Brennkraftmaschine zuführen.

[0004] Um einen sicheren Betrieb der Einspritzventile gewährleisten zu können, darf der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung einen bestimmten Wert nicht überschreiten. Zu diesem Zweck ist an der in der DE 199 26 308 A1 gezeigten Kraftstoff-Sammelleitung ein Druckbegrenzungsventil vorgesehen. Dieses führt dann, wenn der Kraftstoff-Sammelleitung mehr Kraftstoff zugeführt als von den Einspritzventilen abgeführt wird, den überschüssigen Kraftstoff oberhalb eines bestimmten Drucks in der Kraftstoff-Sammelleitung aus dieser zum Kraftstoffbehälter hin ab.

[0005] Ein Fall, in dem das Druckbegrenzungsventil aktiv wird, ist beispielsweise der Schubbetrieb der Brennkraftmaschine bei gleichzeitig "totem" Steuergerät. Unter einem "totem" Steuergerät wird hier und nachfolgend verstanden, dass eine Einstellung der zur Hauptförderpumpe gelangenden Kraftstoffmenge

über das Steuergerät nicht mehr möglich ist. Dies kann ebenso bei einem elektrischen Ausfall des Steuergeräts der Fall sein wie bei mechanisch klemmender Zumesseinheit. In einem solchen Schubbetrieb wird im Allgemeinen überhaupt kein Kraftstoff von den Kraftstoff-Einspritzventilen in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt. Ohne ein Druckbegrenzungsventil könnte bei "totem" Steuergerät der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung stark ansteigen und beispielsweise zu einem ungewollten Eintrag von Kraftstoff in die Brennräume führen.

Aufgabenstellung

[0006] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die entsprechend betriebene Brennkraftmaschine, und hier insbesondere das Kraftstoffsystem der Brennkraftmaschine, einfacher aufgebaut und preiswerter hergestellt werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät die Zumesseinheit stromlos und die Kraftstoffförderung zur Zumesseinheit hin unterbrochen wird.

Vorteile der Erfindung

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass die mit ihm betriebene Brennkraftmaschine an der Kraftstoff-Sammelleitung kein Druckbegrenzungsventil mehr benötigt. Durch den Entfall des Überdruckventils bzw. des Druckbegrenzungsventils an der Kraftstoff-Sammelleitung baut die Brennkraftmaschine insgesamt einfacher und kann preiswerter hergestellt werden.

[0009] Ein übermäßiger Anstieg des Druckes in der Kraftstoff-Sammelleitung und ein hierdurch verursachter ungewollter Eintrag von Kraftstoff in die Brennräume, beispielsweise im Schubbetrieb der Brennkraftmaschine, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren stattdessen dadurch vermieden, dass die Kraftstoff-Zufuhr zur Kraftstoff-Sammelleitung hin zuverlässig unterbrochen wird, sobald eine Fehlfunktion am Steuer- und/oder Regelgerät oder an der Zumesseinheit vorliegt. Da der stromlose Zustand der Zumesseinheit auch ihr Schließzustand ist, wird bereits hierdurch mit hoher Zuverlässigkeit sichergestellt, dass kein Kraftstoff mehr zur zweiten Kraftstoffpumpe gelangt. Zusätzlich wird auch die Kraftstoffförderung zur Zumesseinheit hin unterbrochen. Hierdurch wird auch dann, wenn die Zumesseinheit zwar stromlos, aber in offenem Zustand mechanisch verklemmt ist, sichergestellt, dass keine Förderung durch die zweite Kraftstoffpumpe mehr erfolgt. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass wegen des Druckabfalls vor der zweiten Kraftstoffpumpe und wegen des Öffnungsdrucks der im Allgemeinen zum Einsatz kommenden federbelasteten Saugventile der zweiten Kraftstoffpumpe diese nicht mehr gefüllt wird.

[0010] Ein weiterer Vorteil des Entfalls des Druckbegrenzungsventils liegt darin, dass dessen Funktionsbereitschaft nur schwer oder überhaupt nicht testbar ist. Üblicherweise wird als Überdruckventil bzw. Druckbegrenzungsventil nämlich ein federbelastetes Kugelventil verwendet. Wenn die Funktionsbereitschaft aber nicht regelmäßig vom System, beispielsweise durch einen Selbsttest, geprüft werden kann, kann nicht in jedem Falle gewährleistet werden, dass der maximal zulässige Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung nicht doch überschritten wird.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dagegen ist die Funktionsfähigkeit zu jedem Zeitpunkt testbar. Eine Unterbrechung der Bestromung der Zumesseinheit ist nämlich ebenso wie eine Unterbrechung der Kraftstoffförderung zur Zumesseinheit hin durch entsprechende Sensoren jederzeit detektierbar. Somit wird durch das erfindungsgemäße Verfahren auch die Betriebssicherheit einer Brennkraftmaschine erhöht.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in Unteransprüchen angegeben.

[0013] So wird beispielsweise vorgeschlagen, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät die erste Kraftstoffpumpe ausgeschaltet wird. Dies ist leicht realisierbar. Ferner kann eine Unterbrechung der Bestromung der ersten Kraftstoffpumpe leicht überprüft werden.

[0014] Ferner ist es möglich, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät die Kraftstoff-Zufuhr zur ersten Kraftstoffpumpe durch eine Absperr-Ventileinrichtung unterbrochen wird.

[0015] Diese Maßnahme eignet sich besonders dann, wenn die erste Kraftstoffpumpe nicht einfach abgeschaltet werden kann. Dies ist beispielsweise bei einer mechanisch, also direkt von der Brennkraftmaschine angetriebenen ersten Kraftstoffpumpe der Fall. Zwar ist zur Durchführung dieses Verfahrens eine zusätzliche Komponente erforderlich. Deren sichere Funktion kann jedoch auf einfache Art und Weise zu jedem Zeitpunkt während des Betriebs der Brennkraftmaschine getestet werden.

[0016] Vorteilhaft ist auch, wenn bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät ein Antrieb der ersten Kraftstoffpumpe von der ersten Kraftstoffpumpe getrennt wird. Insbesondere bei einer mechanisch angetriebenen Kraftstoffpumpe könnte beispielsweise eine Kuppelung vorgesehen werden, die den Antrieb im Bedarfsfalle von der Pumpe trennt.

[0017] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogramm, welches zur Durchführung des obigen Verfahrens geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird. Dabei wird besonders bevorzugt, wenn das Computerprogramm auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

[0018] Ferner betrifft die Erfindung ein Steuer- und/oder Regelgerät zur Steuerung und/oder Regelung mindestens einer Funktion einer Brennkraftma-

schine. Bei einem solchen Steuer- und/oder Regelgerät ist es vorteilhaft, wenn es mit einem Computerprogramm der obigen Art versehen ist.

[0019] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, mit einem Kraftstoffbehälter, mit einer ersten Kraftstoffpumpe, welche aus dem Kraftstoffbehälter fördert, mit einer zweiten Kraftstoffpumpe, welche eingangsseitig mit der ersten Kraftstoffpumpe und ausgangsseitig mit einer Kraftstoff-Sammelleitung verbunden ist, und mit einer Zumesseinheit, welche die zum Eingang der zweiten Kraftstoffpumpe gelangende Kraftstoffmenge zumisst.

[0020] Ein solches Kraftstoffsystem ist ebenfalls aus der DE 199 33 569 A1 oder der DE 199 26 308 A1 bekannt und wurde bereits weiter oben erläutert. Um ein solches Kraftstoffsystem einfacher bauen und preiswerter herstellen zu können, wird vorgeschlagen, dass es ein Steuer- und Regelgerät der obigen Art umfasst.

[0021] Eine elektrisch angetriebene erste Kraftstoffpumpe kann auf einfache Art und Weise stillgelegt werden: Insbesondere eine Fehlfunktion eines Steuer- und/oder Regelgerätes, welches das Kraftstoffsystem steuert und/oder regelt, oder ein allgemeiner Spannungsabfall führen automatisch zu einem Stillstand der ersten Kraftstoffpumpe und bereits hierdurch zu einer Unterbrechung der Förderung in Richtung Kraftstoff-Sammelleitung. Zu Erzielung einer Redundanz ist die Zumesseinheit so ausgelegt, dass sie stromlos geschlossen ist.

[0022] In Weiterbildung hierzu ist es möglich, die erste Kraftstoffpumpe mechanisch anzutreiben und zwischen dem Kraftstoffbehälter und der ersten Kraftstoffpumpe eine Absperr-Ventileinrichtung vorzusehen. Dies hat den Vorteil, dass eine sehr einfach bauende und robuste Kraftstoffpumpe verwendet werden kann und dennoch mittels der Absperr-Ventileinrichtung die Kraftstoff-Zufuhr in Richtung zur Kraftstoff-Sammelleitung unterbrochen werden kann, wenn beispielsweise die Brennkraftmaschine im Schubbetrieb arbeitet und gleichzeitig eine Funktionsstörung beim Betrieb der Brennkraftmaschine auftritt.

[0023] Besonders bevorzugt ist dabei, wenn die Absperr-Ventileinrichtung stromlos geschlossen ist. Vor allem bei einem Ausfall eines Steuer- und/oder Regelgerätes wird hierdurch zuverlässig die Kraftstoff-Zufuhr zur Kraftstoff-Sammelleitung unterbrochen. Redundant arbeitet ein solches Kraftstoffsystem dann, wenn auch die Zumesseinheit stromlos geschlossen ist.

[0024] Bei einer bevorzugten Weiterbildung eines Kraftstoffsystems der oben genannten Arten ist die erste Kraftstoffpumpe ausgangsseitig zunächst mit einem Antriebs-/Kurbelraum der zweiten Kraftstoffpumpe verbunden, und die Ausgangsseite des Antriebs-/Kurbelraums der zweiten Kraftstoffpumpe ist mit einer Überströmleitung verbunden, in der ein

Überströmventil angeordnet ist, durch das der Druck im Antriebs-/Kurbelraum auf einen bestimmten Wert eingestellt wird. Dieser Weiterbildung liegt folgender Gedanke zugrunde:

Bei der Drehung bzw. Bewegung der Antriebsmittel in dem Antriebs-/Kurbelraum entsteht in diesem Bereich eine große thermische und/oder mechanische Belastung. Durch den erfindungsgemäß hohen Kraftstoffdurchsatz im Bereich des Antriebs-/Kurbelraums wird eine besonders gute Schmierung und eine hohe Wärmeabfuhr ermöglicht. Insbesondere ist auch eine Zwangsschmierung des Antriebs-/Kurbelraums möglich, da der Gesamtkraftstoffstrom mit dem vollen Förderdruck der ersten Kraftstoffpumpe in dem Antriebs-/Kurbelraum anliegt. Das erfindungsgemäße Kraftstoffsystem zeichnet sich daher durch eine lange Lebensdauer und einen sicheren Betrieb aus, ohne dass ein zusätzlicher Kühlmittel- und/oder Schmiermittelkreislauf erforderlich ist.

[0025] Besonders vorteilhaft wirkt sich auch jene Weiterbildung eines Kraftstoffsystems aus, bei der zwischen der Zumesseinheit und der zweiten Kraftstoffpumpe ein Nullförderlauf abzweigt, der mit dem Kraftstoffbehälter oder dem Eingang der ersten Kraftstoffpumpe verbunden ist, und durch den ein bei geschlossener Zumesseinheit auftretender Leckagestrom abgeführt wird. Durch einen solchen Nullförderlauf wird sichergestellt, dass dann, wenn doch noch eine Restmenge an Kraftstoff am Ausgang der Zumesseinheit austritt, dieser nicht in die Kraftstoff-Sammelleitung gepresst wird, sondern über den Nullförderlauf zum Kraftstoffbehälter zurückgelangt.

[0026] Dazu ist der Öffnungsdruck gegebenenfalls vorhandener Saugventile der zweiten Kraftstoffpumpe so zu dimensionieren, dass der Druckabfall über die Nullförderdrossel nicht zum Öffnen der Saugventile führt (vorzugsweise größer 2 bar).

[0027] Durch die Anordnung einer Nullförderdrossel im Nullförderlauf wird sichergestellt, dass im normalen Betrieb des Kraftstoffsystems, wenn also von der zweiten Kraftstoffpumpe Kraftstoff in Richtung Kraftstoff-Sammelleitung gefördert wird, möglichst wenig Kraftstoff durch den Nullförderlauf wieder zurück zum Kraftstoffbehälter gelangt.

[0028] Besonders preiswert ist die Zumesseinheit zu realisieren, wenn sie ein elektrisches Schieberventil umfasst. Gleiches gilt für eine Absperr-Ventileinrichtung, welche ein magnetisches Schaltventil umfasst.

[0029] Bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffsystem kann auf ein Druckbegrenzungsventil verzichtet werden. Dies ist in einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems explizit zum Ausdruck gebracht.

Ausführungsbeispiel

Zeichnung

[0030] Nachfolgend werden besonders bevorzugte

Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0031] **Fig. 1:** eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems; und

[0032] **Fig. 2:** eine Darstellung ähnlich **Fig. 1** eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0033] In **Fig. 1** trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen **10**. Es umfasst einen Kraftstoffbehälter **12**, aus dem Kraftstoff **14** durch eine elektrische Kraftstoffpumpe **16** gefördert wird. Die Verbindung zwischen Kraftstoffpumpe **16** und Kraftstoffbehälter **12** erfolgt durch eine Kraftstoffleitung **18**.

[0034] Von der elektrischen Kraftstoffpumpe **16** führt eine Kraftstoffleitung **22** zu einer mechanisch angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**. In der Kraftstoffleitung **22** ist ein Filter **20** angeordnet. Die Kraftstoffleitung **22** mündet dabei in einen Antriebs-/Kurbelraum **2b** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**. In diesem ist eine Kurbelwelle **28** aufgenommen, welche über ein Pleuel **30** einen Kolben **32** in eine Hin- und Herbewegung versetzt. Der Kolben **32** ist in einem Gehäuse **34** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** geführt.

[0035] Vom Antriebs-/Kurbelraum **26** führt eine Rücklaufleitung **36** zurück zum Kraftstoffbehälter **12**. In der Rücklaufleitung **36** ist eine Rücklaufdrossel **38** angeordnet. Vom Antriebs-/Kurbelraum **26** führt ferner eine Förderleitung **40** zunächst zu einer Zumesseinheit **42** und von dort, über ein federbelastetes Rückschlagventil **44**, welches auch als "Saugventil" bezeichnet wird, in einen Arbeitsraum **46** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**. Der Arbeitsraum **46** wird u.a. durch den Kolben **32** begrenzt.

[0036] Vom Arbeitsraum **46** führt eine Hochdruck-Kraftstoffleitung **48** über ein federbelastetes Rückschlagventil **50** zu einer Kraftstoff-Sammelleitung **52**. Diese wird gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet. In der Kraftstoff-Sammelleitung **52** kann der Kraftstoff unter sehr hohem Druck gespeichert werden. An die Kraftstoff-Sammelleitung **52** sind Hochdruck-Einspritzventile **54** angeschlossen, die den Kraftstoff unter sehr hohem Druck in Brennräume **56** einspritzen können.

[0037] Von der Förderleitung **40** zweigt von jenem Abschnitt, welcher zwischen der Zumesseinheit **42** und dem Rückschlagventil **44** liegt, eine Nullförderleitung **58** ab. Diese führt zur Rücklaufleitung **36**. Dabei mündet sie in die Rücklaufleitung **36** stromabwärts von der Rücklaufdrossel **38**. In der Nullförderleitung **58** ist eine Nullförderdrossel **60** angeordnet. von jenem Abschnitt der Förderleitung **40**, welcher zwischen dem Antriebs-/Kurbelraum **26** und der Zumesseinheit **42** liegt, zweigt ferner eine Verbindungsleitung **62** ab. Diese mündet in die Nullförderleitung

58 stromabwärts von der Nullförderdrossel **60**. In der Verbindungsleitung **62** ist ein Überströmventil **64** angeordnet, welches zur Nullförderleitung **58** hin öffnet. [0038] Das Kraftstoffsystem **10** umfasst weiterhin ein Steuer- und Regelgerät **66**. Dieses ist ausgangsseitig mit einem Magnetsteller **68** der Zumesseinheit **42** verbunden. Bei der Zumesseinheit **42** kann es sich um eine solche mit einem Proportional-Schieberventil handeln mit zwei Endstellungen **70** und **72**, wie in **Fig. 1** dargestellt, oder um ein hochdynamisches Schaltventil mit zwei Schaltstellungen. In die Ruhestellung **70** wird die Zumesseinheit **42** von einer Feder **74** gedrückt. In dieser Stellung ist die Zumesseinheit **42** geschlossen. In der betätigten Stellung **72** dagegen ist die Zumesseinheit **42** geöffnet.

[0039] Das Steuer- und Regelgerät **66** ist ausgangsseitig außerdem noch mit der elektrischen Kraftstoffpumpe **16** verbunden. Durch diese Verbindung kann der Betrieb der elektrischen Kraftstoffpumpe **16** beeinflusst werden. Insbesondere kann die Stromzufuhr zur elektrischen Kraftstoffpumpe unterbrochen werden.

[0040] Das in **Fig. 1** dargestellte Kraftstoffsystem wird nach einem Verfahren betrieben, welches als Computerprogramm im Steuer- und Regelgerät **66** abgelegt ist.

[0041] Im Normalbetrieb gelangt der Kraftstoff über die elektrische Kraftstoffpumpe **16** zum Antriebs-/Kurbelraum **26** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**. Dort teilt er sich auf in einen Förderstrom, welcher in die Förderleitung **40** gelangt, und einen Schmierstrom, welcher in die Rücklaufleitung **36** gelangt. Der Druck im Antriebs-/Kurbelraum **26** wird durch die Federkraft des Überströmventils **64** bestimmt. Er beträgt üblicherweise ungefähr 3 bis 4 bar.

[0042] Über die Zumesseinheit **42** gelangt der Kraftstoff in den Arbeitsraum **46**, wo er, bei einer Aufwärtsbewegung des Kolbens **32**, verdichtet und in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** gepresst wird. Die Kraftstoffmenge, die dem Arbeitsraum **46** zugeführt und von dort weiter in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** gepumpt wird, wird durch eine entsprechende Ansteuerung der Zumesseinheit **42** durch das Steuer- und Regelgerät **66** eingestellt.

[0043] In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Zumesseinheit als Mengensteuerventil ausgebildet, mit dem im stromlosen Zustand der Einlass und der Auslass des Arbeitsraums miteinander kurzgeschlossen werden können.

[0044] In einem Fehlerfall, der eine zuverlässige Unterbrechung der Kraftstoffförderung in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** erfordert, steuert das Steuer- und Regelgerät **66** einerseits den Magnetsteller **68** und andererseits die Stromversorgung zur elektrischen Kraftstoffpumpe **16** stromlos. Somit wird bereits die Förderung von Kraftstoff zum Antriebs-/Kurbelraum **26** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** vermindert oder unterbrochen, da keine Vorförderung durch die elektrische Kraftstoffpumpe **16** mehr stattfindet. Ferner wird die Zumesseinheit **42** durch die

Feder **74** in die Ruhestellung **70** gedrückt, so dass die Zumesseinheit **42** geschlossen ist.

[0045] Ein auch bei geschlossener Zumesseinheit **42** noch hindurchtretender Leckagestrom wird durch die Nullförderleitung **58** in Richtung Kraftstoffbehälter **12** zurückgeführt. Auf diese Weise wird die Förderung von Kraftstoff in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** unterbrochen. Da im Schubbetrieb durch die Hochdruck-Einspritzventile **54** kein Kraftstoff in die Brennräume **56** eingespritzt wird, wird durch diese Maßnahme vermieden, dass der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung **52** ansteigt.

[0046] In gleicher Weise wird auch bei einem Funktionsausfall des Steuer- und Regelgeräts **66** automatisch die Förderung durch die elektrische Kraftstoffpumpe **16** unterbrochen. Ferner wird die Zumesseinheit **42** automatisch in die geschlossene Ruhestellung **70** gebracht. Auch in diesem Fall wird somit auf redundante Art und Weise die Förderung von Kraftstoff zur Kraftstoff-Sammelleitung **52** hin unterbrochen.

[0047] In **Fig. 2** ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems **10** dargestellt. In **Fig. 2** tragen solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen aufweisen, die bereits im Zusammenhang mit **Fig. 1** erläutert wurden, die gleichen Bezugszeichen. Ruf sie wird nicht nochmals im Detail eingegangen.

[0048] Im Unterschied zu dem in **Fig. 1** dargestellten Kraftstoffsystem **10** ist bei dem in **Fig. 2** dargestellten Kraftstoffsystem **10** als Vorförderpumpe eine mechanisch angetriebene Kraftstoffpumpe **16** vorgesehen. Die Antriebswelle (nicht dargestellt) dieser Kraftstoffpumpe **16** ist beispielsweise mit der Kurbel- oder Nockenwelle (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine verbunden. Zwischen dem Filter **20** und der Kraftstoffpumpe **16** ist in der Kraftstoffleitung **18** ein Absperrventil **78** angeordnet. Bei diesem handelt es sich um ein 2/2-Schaltventil mit einer geschlossenen Ruhestellung **80** und einer offenen betätigten Stellung **32**. Das Absperrventil **78** wird über einen Magnetsteller **84** betätigt und von einer Feder **86** in die geschlossene Ruhestellung **80** gedrückt. Der Magnetsteller **84** wird vom Steuer- und Regelgerät **66** angesteuert.

[0049] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel mündet ferner die Nullförderleitung **58** nicht in die Rücklaufleitung **36**, sondern in die Kraftstoffleitung **18** zwischen dem Absperrventil **78** und der Kraftstoffpumpe **16**. Die Verbindungsleitung **62**, in welcher das Druckbegrenzventil **64** angeordnet ist, mündet in die Nullförderleitung **58** stromabwärts von der Nullförderdrossel **60**.

[0050] In einem Fehlerfall, der eine zuverlässige Unterbrechung der Kraftstoffförderung in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** erfordert, wird bei dem in **Fig. 2** dargestellten Kraftstoffsystem das Absperrventil **78** vom Steuer- und Regelgerät **66** stromlos geschaltet, so dass die Kraftstoff-Zufuhr zur Kraftstoffpumpe **16** unterbrochen wird. Auch die Zumessein-

heit **42** wird in der bereits im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Art und Weise geschlossen.

[0051] Auch hier wird somit auf redundante Art und Weise sichergestellt, dass dann, wenn durch die Hochdruck-Einspritzventile **54** kein Kraftstoff mehr aus der Kraftstoff-Sammelleitung **52** in die Brennräume **56** gelangen soll und ein Fehler am Steuer- und Regelgerät **66** und/oder der Zumesseinheit **42** vorliegt, kein Kraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** in die Kraftstoff-Sammelleitung **52** gefördert wird. Dies verhindert zuverlässig, dass der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung **52** einen überhöhten Wert annimmt.

[0052] Gleichzeitig kann, wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, auf ein separates Druckbegrenzungsventil, welches so mit der Kraftstoff-Sammelleitung **52** verbunden ist, dass es den Druck in dieser begrenzt, verzichtet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, bei dem eine erste Kraftstoffpumpe (**16**) Kraftstoff (**14**) aus einem Kraftstoffbehälter (**12**) zu einer zweiten Kraftstoffpumpe (**24**) fördert, die Kraftstoff (**14**) zu einer Kraftstoff-Sammelleitung (**52**) fördert, wobei eine Zumesseinheit (**42**) von einem Steuer- und/oder Regelgerät (**66**) angesteuert wird, die zum Eingang der zweiten Kraftstoffpumpe (**24**) gelangende Kraftstoffmenge zumisst, und im Normalbetrieb stromlos geschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät (**66**) die Zumesseinheit (**42**) stromlos und die Kraftstoffförderung zur Zumesseinheit (**42**) hin unterbrochen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät (**66**) die erste Kraftstoffpumpe (**16**) ausgeschaltet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät (**66**) die Kraftstoffzufuhr zur ersten Kraftstoffpumpe (**16**) durch eine Absperr-Ventileinrichtung (**78**) unterbrochen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei "totem" Steuer- und/oder Regelgerät ein Antrieb der ersten Kraftstoffpumpe von der ersten Kraftstoffpumpe getrennt wird.

5. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird.

6. Computerprogramm nach Anspruch 5, da-

durch gekennzeichnet, dass es auf einem Speicher, insbesondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

7. Steuer- und/oder Regelgerät (**66**) zur Steuerung und/oder Regelung mindestens einer Funktion einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass es mit einem Computerprogramm nach einem der Ansprüche 5 oder 6 versehen ist.

8. Kraftstoffsystem (**10**) für eine Brennkraftmaschine, insbesondere mit Direkteinspritzung, mit einem Kraftstoffbehälter (**12**), mit einer ersten Kraftstoffpumpe (**16**), welche aus dem Kraftstoffbehälter (**12**) fördert, mit einer zweiten Kraftstoffpumpe (**24**), welche eingangsseitig mit der ersten Kraftstoffpumpe (**16**) und ausgangsseitig mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (**52**) verbunden ist, und mit einer Zumesseinheit (**42**), welche die zum Eingang der zweiten Kraftstoffpumpe (**24**) gelangende Kraftstoffmenge zumisst, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Steuer- und/oder Regelgerät nach Anspruch 7 umfasst.

9. Kraftstoffsystem (**10**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kraftstoffpumpe (**16**) mechanisch angetrieben ist und zwischen dem Kraftstoffbehälter (**12**) und der ersten Kraftstoffpumpe (**16**) eine Absperr-Ventileinrichtung (**78**) vorhanden ist.

10. Kraftstoffsystem (**10**) nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Absperr-Ventileinrichtung (**78**) stromlos geschlossen ist.

11. Kraftstoffsystem (**10**) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zumesseinheit (**42**) stromlos geschlossen ist.

12. Kraftstoffsystem (**10**) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kraftstoffpumpe (**16**) ausgangsseitig zunächst mit einem Antriebs-/Kurbelraum (**26**) der zweiten Kraftstoffpumpe (**24**) verbunden und die Ausgangsseite des Antriebs-/Kurbelraums (**26**) der zweiten Kraftstoffpumpe (**24**) mit einer Überströmleitung (**62**) verbunden ist, in der ein Überströmventil (**64**) angeordnet ist, durch das der Druck im Antriebs-/Kurbelraum (**26**) auf einen bestimmten Wert eingestellt wird.

13. Kraftstoffsystem (**10**) nach einem der Ansprüche 8 bis 12 dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Zumesseinheit (**42**) und der zweiten Kraftstoffpumpe (**26**) eine Nullförderleitung (**58**) abzweigt, die mit dem Kraftstoffbehälter (**12**) oder dem Eingang der ersten Kraftstoffpumpe (**16**) verbunden ist, und durch die ein bei geschlossener Zumesseinheit (**42**) auftretender Leckagestrom abgeführt wird.

14. Kraftstoffsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Nullförderleitung (**58**)

eine Nullförderdrossel (**60**) angeordnet ist.

15. Kraftstoffsystem (**10**) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Zumesseinheit (**42**) ein elektrisches Schieberventil umfasst.

16. Kraftstoffsystem nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Absperr-Ventileinrichtung ein magnetisches Schaltventil (**78**) umfasst.

17. Kraftstoffsystem nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoff-Sammelleitung (**52**) mit keinem Druckbegrenzungsventil verbunden ist, welches den Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (**52**) begrenzt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

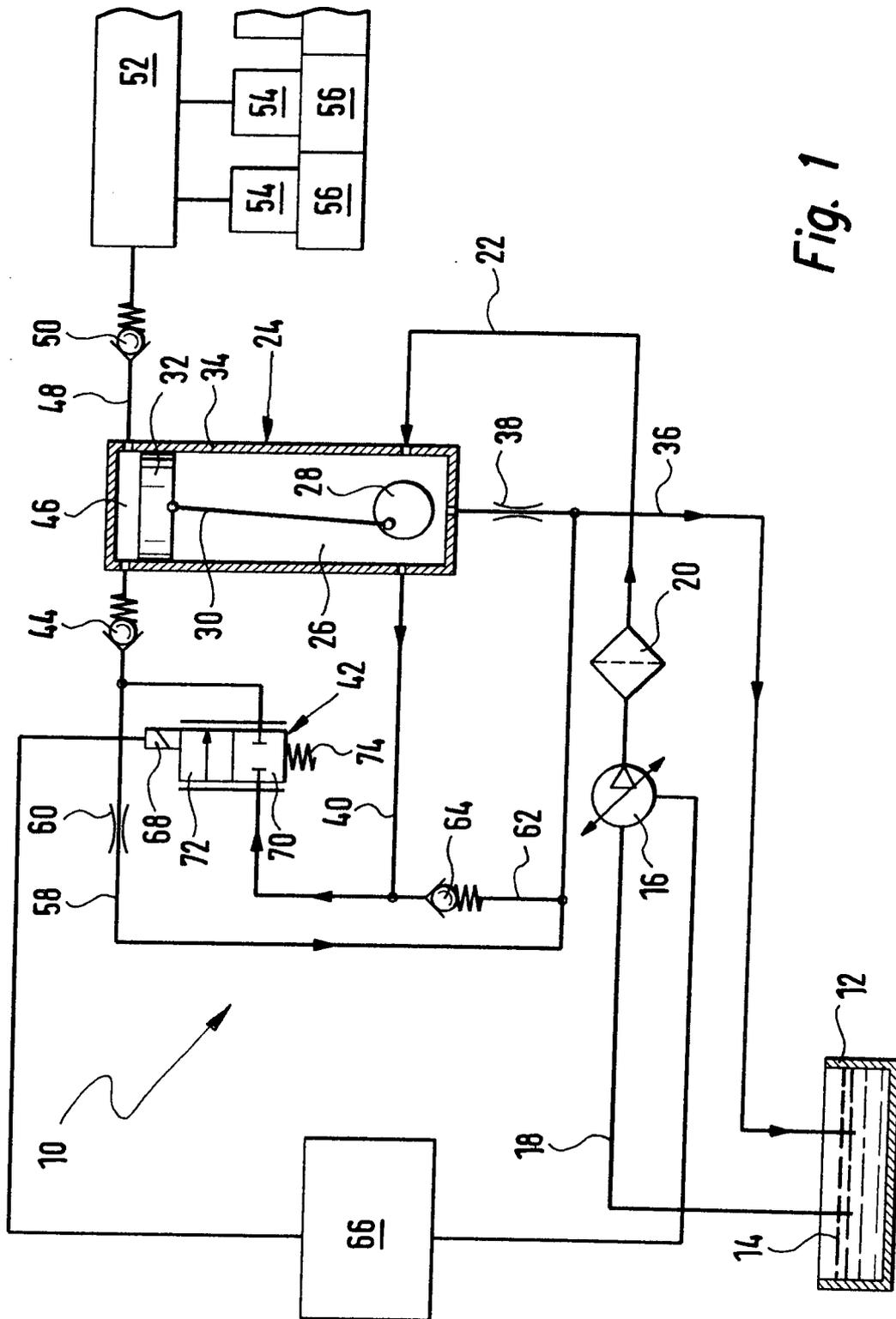


Fig. 1

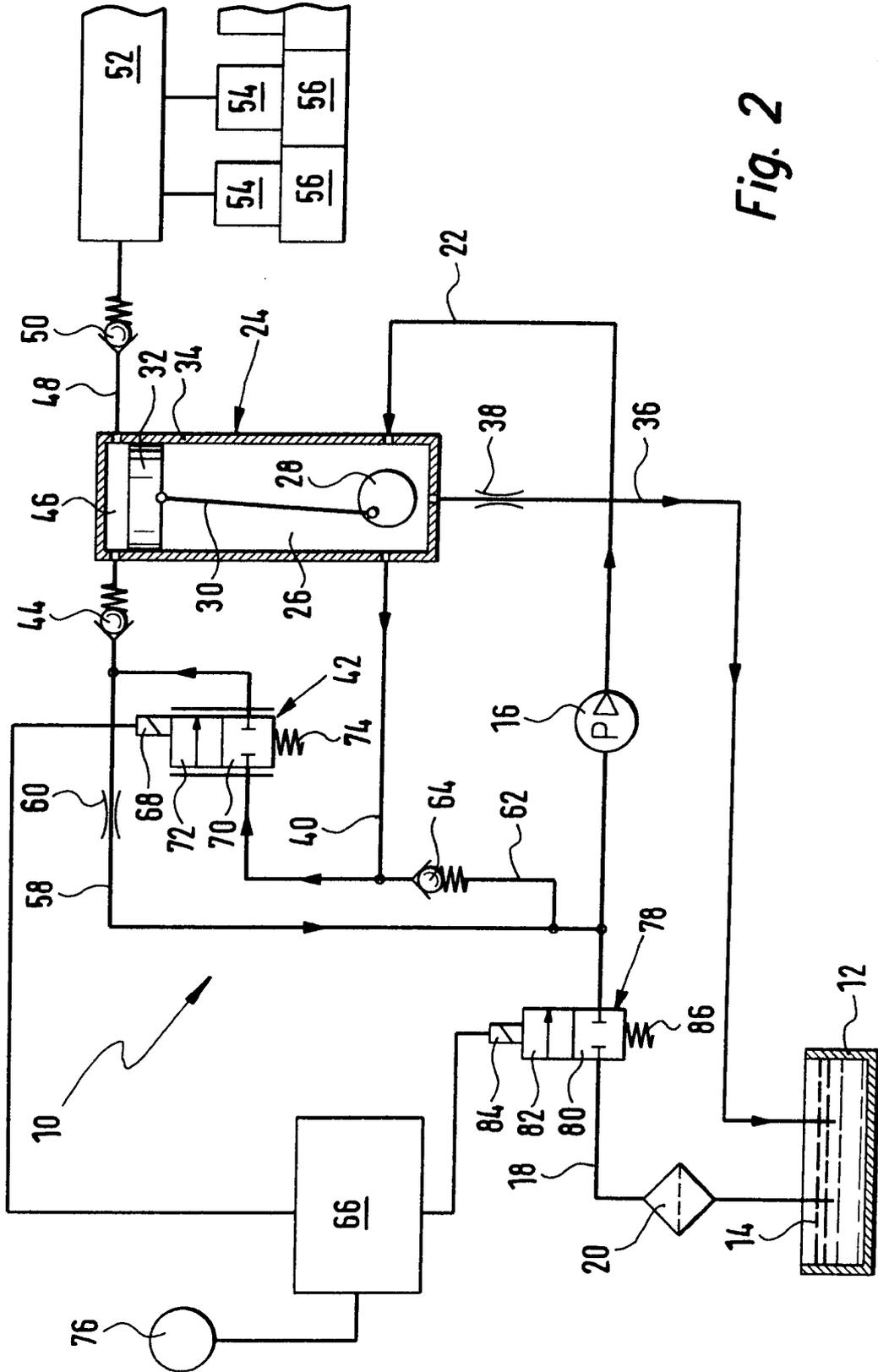


Fig. 2