



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.07.2003 Patentblatt 2003/29

(51) Int Cl.7: **F02D 41/22, F02D 41/38**

(21) Anmeldenummer: **02025973.5**

(22) Anmeldetag: **21.11.2002**

(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

(30) Priorität: **11.01.2002 DE 10200829**

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

(72) Erfinder:
• **Amler, Markus
71229 Leonberg-Gebersheim (DE)**
• **Frenz, Thomas
86720 Noerdlingen (DE)**
• **Wolber, Jens
70839 Gerlingen (DE)**
• **Joos, Klaus
74399 Walheim (DE)**
• **Rembold, Helmut
70435 Stuttgart (DE)**

(54) **Verfahren, Computerprogramm, Steuer- und/oder Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, sowie Brennkraftmaschine**

(57) Bei einer Brennkraftmaschine wird Kraftstoff von mindestens einer Kraftstoffpumpe in mindestens einen Druckbereich gefördert. Ein gegenüber Umgebungsdruck erhöhter Druck wird in dem Druckbereich nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine aufrechterhalten. Die Funktionsfähigkeit einer AbsperrVentileinrichtung (50), welche zur Aufrechterhaltung des Drucks geschlossen sein muss, wird dadurch überprüft, dass der Druck in dem Druckbereich nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine erfasst (64) und dann die AbsperrVentileinrichtung (50) so angesteuert wird (66), dass sie bei korrekter Funktion geöffnet ist, und dann der Druck in dem Druckbereich mindestens nach einem bestimmten Zeitablauf nach der Öffnungsansteuerung (66) nochmals erfasst (68) und mit dem zuvor erfassten Druck verglichen wird (74).

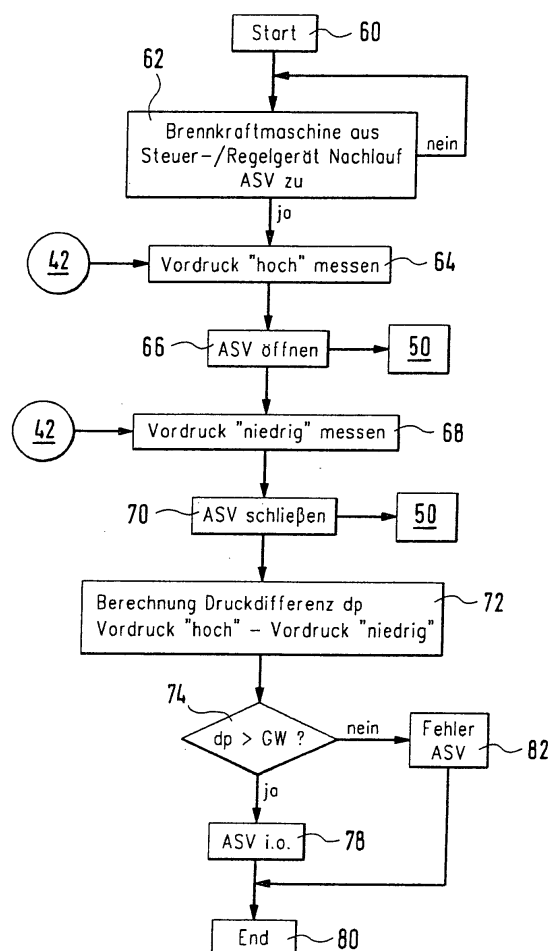


Fig. 2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, bei dem Kraftstoff von mindestens einer Kraftstoffpumpe in mindestens einen Druckbereich gefördert wird.

[0002] Ein solches Verfahren ist vom Markt her bekannt. Es wird bei einem Kraftstoffsystem angewendet, bei dem eine elektrisch angetriebene Niederdruck-Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstoff-Vorratsbehälter Kraftstoff über eine Kraftstoffleitung zu einer von der Brennkraftmaschine angetriebenen Hochdruck-Kraftstoffpumpe fördert. Diese fördert den Kraftstoff unter sehr hohem Druck in eine Kraftstoff-Sammelleitung (auch "Rail" genannt). In dieser ist der Kraftstoff im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine unter hohem Druck gespeichert. Aus der Kraftstoff-Sammelleitung gelangt der Kraftstoff zu Einspritzventilen und weiter direkt in entsprechende Brennräume.

[0003] Bei dem Kraftstoffsystem wird als Hochdruck-Kraftstoffpumpe eine 1-Zylinder-Kolbenpumpe verwendet. Über eine Leckageleitung wird Leckagekraftstoff, welcher durch den Spalt zwischen Zylinder und Kolben hindurchtritt, von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zum Vorratsbehälter hin abgeführt. Dies entlastet die Kolbendichtung der verwendeten 1-Zylinder-Kolbenpumpe. Ein Mengensteuerventil steuert im Normalbetrieb die Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Bei abgeschalteter Brennkraftmaschine ist dieses Ventil offen und verbindet den Förderraum der Pumpe mit dem Niederdruckbereich.

[0004] Ein grundsätzliches Problem bei Kraftstoffsystemen ist die Versorgung der Brennräume der Brennkraftmaschine mit Kraftstoff während des Startvorgangs. Bei dem bekannten Kraftstoffsystem sorgt eine Ventileinrichtung dafür, dass während des Startvorgangs die elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe den Kraftstoff mit erhöhtem Speisedruck zu den Einspritzventilen liefert. In vielen Fällen reicht dieser erhöhte Speisedruck aus, um die Brennkraftmaschine in kürzester Zeit zu starten. Durch den erhöhten Speisedruck kann eine eventuelle Gasblase in der Kraftstoffverbindung zwischen der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe und der von der Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftstoffpumpe in vielen Fällen so komprimiert werden, dass ein sicherer Start der Brennkraftmaschine gewährleistet ist.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass das Start- und Betriebsverhalten einer entsprechend betriebenen Brennkraftmaschine bei hohen Betriebstemperaturen noch besser wird.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass ein gegenüber Umgebungsdruck erhöhter Druck in dem Druckbereich nach dem Abstellen der Brennkraftma-

schine aufrechterhalten und die Funktionsfähigkeit einer Absperr-Ventileinrichtung, welche zur Aufrechterhaltung des Drucks geschlossen sein muss, dadurch überprüft wird, dass der Druck in dem Druckbereich nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine erfasst und dann die Absperr-Ventileinrichtung so angesteuert wird, dass sie bei korrekter Funktion geöffnet ist, und dann der Druck in dem Druckbereich mindestens nach einem bestimmten Zeitablauf nach der Öffnungsansteuerung nochmals erfasst und mit dem zuvor erfassten Druck verglichen wird.

Vorteile der Erfindung

[0007] Dadurch, dass die im Normalfall die Absperr-Ventileinrichtung bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine geschlossen ist, wird erreicht, dass nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine der Druck im Druckbereich aufrechterhalten werden kann. Durch eine Aufrechterhaltung des Drucks im Druckbereich wird vermieden, dass sich nach dem Abstellen einer heißen Brennkraftmaschine des Kraftstoffsystems Gasblasen überhaupt bilden können. Derartige Gasblasen treten dann auf, wenn sich der im Druckbereich befindliche Kraftstoff aufgrund von Wärmeleitung von der Brennkraftmaschine her erwärmt. Die Neigung zur Bildung von Gasblasen ist bei hohem Druck geringer als bei niedrigem Druck. Das erfindungsgemäße Verfahren beschleunigt somit den Start einer erfindungsgemäß betriebenen Brennkraftmaschine erheblich.

[0008] Durch die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Absperr-Ventileinrichtung kann erkannt werden, wenn die Ventileinrichtung klemmt. Klemmt die Ventileinrichtung beispielsweise in offenem Zustand, fällt nach dem Ausschalten der Brennkraftmaschine der Druck im Druckbereich zu schnell ab und es besteht die Gefahr von Dampfblasenbildung im Kraftstoffsystem mit den oben genannten Problemen beim nächsten Startversuch der Brennkraftmaschine.

[0009] Wird nun die Absperr-Ventileinrichtung so angesteuert, dass sie bei korrekter Funktion offen ist, müsste, eine korrekte Funktion der Absperr-Ventileinrichtung vorausgesetzt, der Druck im Druckbereich im Extremfall bis auf Umgebungsdruck absinken. Eine derartige Druckabsenkung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfasst. Bleibt die Druckabsenkung trotz einer entsprechenden Ansteuerung der Absperr-Ventileinrichtung aus, kann davon ausgegangen werden, dass die Absperr-Ventileinrichtung fehlerhaft arbeitet.

[0010] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird also zum einen das Startverhalten der Brennkraftmaschine bei Heißstartbedingungen verbessert und zum anderen die Funktionsfähigkeit der hierfür vorgesehenen Absperr-Ventileinrichtung durch das erfindungsgemäße Verfahren überwacht. Eine fehlerhafte Absperr-Ventileinrichtung kann somit schnell entdeckt werden.

[0011] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0012] In einer ersten Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe Kraftstoff von einem Niederdruckbereich in einen Hochdruckbereich fördert, dass der Druck im Hochdruckbereich erfasst wird, dass Leckagekraftstoff aus der Hochdruck-Kraftstoffpumpe über eine Leckageleitung, in welcher die Absperr-Ventileinrichtung angeordnet ist, zu einem Kraftstoffbehälter abgeführt wird, dass der Hochdruckbereich mindestens bei abgeschalteter Brennkraftmaschine mit dem Niederdruckbereich über eine Strömungs-drossel fluidisch verbunden ist, und dass ein Förder-
raum der Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei abgeschalteter Brennkraftmaschine mit dem Niederdruckbereich verbunden wird.

[0013] Durch eine Sperrung der Leckageleitung mittels der Absperr-Ventileinrichtung wird nach dem Abschalten der Brennkraftmaschine verhindert, dass Kraftstoff durch den Spalt zwischen dem beweglichen Pumpenelement und der Begrenzung des Pumpenraums der Hochdruck-Kraftstoffpumpe hindurchtritt und zum Kraftstoff-Vorratsbehälter zurückfließt. Dies würde zu einer allmählichen Absenkung des Drucks stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe führen und das Risiko der Bildung von Dampfblasen erhöhen.

[0014] Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Absperr-Ventileinrichtung führt hier auch zu einer längeren Lebensdauer der Hochdruck-Kraftstoffpumpe. Würde die Ventileinrichtung nämlich in geschlossenem Zustand klemmen, könnte im normalen Betrieb der Brennkraftmaschine der Kraftstoff nicht über die Leckageleitung zum Kraftstoffbehälter zurückströmen. In der Leckageleitung stünde somit ständig der stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe herrschende Druck an, was zu einer Schädigung und ggf. sogar zum Ausfall der Hochdruck-Kraftstoffpumpe führen kann. Ein solcher Zustand kann erfindungsgemäß erkannt werden.

[0015] Die Überprüfung der Funktion der Absperr-Ventileinrichtung ist bei dieser Weiterbildung darüber hinaus besonders einfach möglich, da ein Drucksensor üblicherweise ohnehin im Bereich der Kraftstoff-Sammelleitung angeordnet ist und zur Druckregelung im Hochdruckbereich eingesetzt wird. Da der Förder-
raum der Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei abgeschalteter Brennkraftmaschine mit dem Niederdruckbereich fluidverbunden ist, sinkt über ohnehin vorhandene Leckagen, welche eine Strömungs-drossel zum Niederdruckbereich hin bilden, im Hochdruckbereich der Druck in diesem auf den im Niederdruckbereich herrschenden Druck ab. Letztlich kann also über die Erfassung des Drucks im Hochdruckbereich auch der Druck im Niederdruckbereich erfasst werden.

[0016] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass eine Differenz zwischen dem Druck vor der Öffnungsansteuerung und dem Druck nach der Öffnungsansteuerung der Absperr-Ventileinrichtung gebildet und mit einem Grenzwert verglichen wird. Dies ist eine softwaretechnisch einfach zu realisierende Überwachung der Funk-

tion der Absperr-Ventileinrichtung.

[0017] Möglich ist auch, dass ein Druckabbaugradient bestimmt und mit einem Grenzwert verglichen wird. Hierdurch ist ggf. auch der Grad einer Fehlfunktion bestimmbar.

[0018] Bei einer anderen Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass dann, wenn die Differenz und/oder der Druckabbaugradient kleiner als oder gleich wie der entsprechende Grenzwert ist, ein Eintrag in einen Fehlerspeicher erfolgt und/oder ein Alarm ausgelöst wird. Der Eintrag in einen Fehlerspeicher ermöglicht die Reparatur bspw. in einer Werkstatt, ein Alarm macht den Benutzer sofort auf die Fehlfunktion aufmerksam.

[0019] Vorteilhaft ist es ferner, wenn die Öffnungsansteuerung der Absperr-Ventileinrichtung nur dann erfolgt, wenn keine Heißabstellbedingungen vorliegen. Durch diese Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Tatsache Rechnung getragen, dass bei der Prüfung der Funktion der Absperr-Ventileinrichtung der Druck stromaufwärts von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe und im Hochdruckbereich auf das im Kraftstoffbehälter herrschende Druckniveau absinken kann. Bei Heißabstellbedingungen könnte dies beim Wiederanlassen der Brennkraftmaschine zu Problemen führen.

[0020] 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.

[0021] Weiterhin betrifft die Erfindung ein Steuer- und/oder Regelgerät zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Bei diesem ist es vorteilhaft, wenn es einen Speicher umfasst, auf dem ein Computerprogramm der obigen Art abgespeichert ist.

[0022] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch eine Brennkraftmaschine, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, welche in einen Druckbereich fördert, mit einer Druckerfassungseinrichtung zur Erfassung des Drucks im Druckbereich, und mit einem Steuer- und/oder Regelgerät.

[0023] Um das Heißstartverhalten einer solchen Brennkraftmaschine zu verbessern und gleichzeitig eine möglichst lange Lebensdauer der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, dass sie eine Einrichtung umfasst, welche dafür sorgt, dass bei abgeschalteter Brennkraftmaschine in dem Druckbereich ein gegenüber Umgebungsdruck erhöhter Druck aufrechterhalten werden kann, wobei die Einrichtung eine Absperr-Ventileinrichtung umfasst, welche zur Aufrechterhaltung des Drucks geschlossen sein muss, und dass das Steuer- und/oder Regelgerät so ausgebildet ist, dass es nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine ein Drucksignal von der Druckerfassungseinrichtung empfängt, dann die Absperr-Ventileinrichtung so ansteuert, dass diese bei korrekter Funktion geöffnet ist, dann mindestens nach einem bestimmten Zeitablauf

nach der Öffnungsansteuerung nochmals ein Drucksignal von der Druckerfassungseinrichtung empfängt, und die beiden Drucksignale miteinander vergleicht.

[0024] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die Brennkraftmaschine einen Niederdruckbereich umfasst, welcher über eine Strömungsdrossel mit einer Leckageleitung verbunden ist, in der die Absperr-Ventileinrichtung angeordnet ist. Dies beschleunigt den Abbau des Drucks dann, wenn die Absperr-Ventileinrichtung zur Überprüfung ihrer Funktion geöffnet ist.

[0025] Vorteilhaft ist es auch, wenn sie eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe umfasst, welche mindestens einen definierten Leckagespalt aufweist, durch den Kraftstoff vom Hochdruckbereich zum Niederdruckbereich gelangen kann, und die Druckerfassungseinrichtung im Hochdruckbereich angeordnet ist. Ein solcher Leckagespalt bildet die o. g. Strömungsdrossel, welche dafür sorgt, dass bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine der Druck im Hochdruckbereich auf den im Niederdruckbereich herrschenden Druck abfallen kann. Der Leckagespalt muss aber so klein sein, dass der normale Betrieb der Hochdruck-Kraftstoffpumpe möglichst wenig beeinflusst wird.

[0026] Möglich ist auch, dass im Niederdruckbereich ein erster Druckregler und ein zweiter Druckregler vorhanden sind, wobei der Öffnungsdruck des ersten Druckreglers kleiner ist als der Öffnungsdruck des zweiten Druckreglers, und dass der erste Druckregler auslassseitig stromaufwärts von der Absperr-Ventileinrichtung in die Leckageleitung mündet. Hierdurch ist es möglich, einen erhöhten Druck im Niederdruckbereich im Abstellfall der Brennkraftmaschine aufrechtzuerhalten. Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine dagegen sowie dann, wenn die Funktion der Absperr-Ventileinrichtung überprüft werden soll, wird der Druck im Niederdruckbereich durch den ersten Druckregler geregelt, d. h. er ist auf einem niedrigeren Niveau. Hierdurch wird noch einmal das Heißstartverhalten der Brennkraftmaschine verbessert und gleichzeitig eine sichere Überprüfung der Funktion der Absperr-Ventileinrichtung ermöglicht.

Zeichnung

[0027] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Brennkraftmaschine mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe und einer Leckageleitung, welche mittels einer Absperr-Ventileinrichtung gesperrt werden kann;

Figur 2 ein Flussdiagramm, welches ein Verfahren zur Überprüfung der Funktion der Absperr-

Ventileinrichtung von Fig. 1 zeigt; und

Figur 3 eine schematische Darstellung ähnlich Fig. 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Brennkraftmaschine.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] In Fig. 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst ein Kraftstoffsystem 12 mit einem Niederdruckbereich 14 und einem Hochdruckbereich 16.

[0029] Der Niederdruckbereich 14 des Kraftstoffsystems 12 umfasst einen Vorratsbehälter 18, aus dem eine elektrisch angetriebene Niederdruck-Kraftstoffpumpe 20 Kraftstoff fördert. Die Niederdruck-Kraftstoffpumpe 20 fördert über ein Rückschlagventil 22 in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung 24. Diese führt zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26.

[0030] Diese ist als 1-Zylinder-Kolbenpumpe ausgelegt mit einem Förderraum 28, welcher stromaufwärts über ein Saugventil 30 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 verbunden ist. Stromabwärts ist der Förderraum 28 über ein Auslassventil 32 mit einer Kraftstoff-Sammelleitung 34 ("Rail") verbunden. An diese sind mehrere Injektoren 36 angeschlossen, welche den Kraftstoff direkt in ihnen jeweils zugeordnete Brennräume 38 einspritzen. Ein Druckbegrenzungsventil 40 kann überschüssigen Kraftstoff aus der Kraftstoff-Sammelleitung 34 zur Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 zurückführen. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 34 wird von einem Drucksensor 42 erfasst.

[0031] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 umfasst eine Strömungsdrossel 44, über die Kraftstoff von der Kraftstoff-Sammelleitung 34 in den Förderraum 28 strömen kann. Die Strömungsdrossel 44 ist so dimensioniert, dass der Wirkungsgrad der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 nur unwesentlich reduziert wird. Andererseits ermöglicht sie, wie weiter unten noch im Detail dargestellt ist, bei ausgeschalteter Brennkraftmaschine 10 einen vergleichsweise raschen Druckabbau im Hochdruckbereich 16 und der Kraftstoff-Sammelleitung 34.

[0032] Der Niederdruckbereich 14 reicht vom Rückschlagventil 22 über die Kraftstoffleitung 14 bis zum Saugventil 30 und in manchen Betriebszuständen bis in den Förderraum 28. Der Hochdruckbereich 16 erstreckt sich von den Injektoren 36 über die Kraftstoff-Sammelleitung 34 bis zum Auslassventil 32, in manchen Betriebszuständen bis zum Förderraum 28.

[0033] Ferner umfasst die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 ein Mengensteuerventil 46. Bei diesem handelt es sich um ein 2/2-Schaltventil, mit dem der Förderraum 28 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 verbunden werden kann. Bei geöffnetem Mengensteuerventil 46 fördert die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 also nicht in die Kraftstoff-Sammelleitung 34, sondern zurück in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 24. Über die Öffnungsdauer des Mengensteuerventils 46 pro Fördertakt der

Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 kann die von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 in die Kraftstoff-Sammelleitung 34 geförderte Kraftstoffmenge eingestellt werden. Das Mengensteuerventil 46 ist stromlos, also auch bei stillstehender bzw. ausgeschalteter Brennkraftmaschine 10, offen.

[0034] Eine Leckageleitung 48 führt vom Förderraum 28 zurück zum Vorratsbehälter 18. Über die Leckageleitung 48 kann Leckagekraftstoff von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 abgeführt werden, was zu einer Entlastung einer in der Figur nicht dargestellten Kolbendichtung und somit zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26 führt. In der Leckageleitung 48 ist ein Absperrventil 50 angeordnet. Über eine Strömungsdrossel 52 ist die Leckageleitung 48 mit dem unmittelbar stromaufwärts vom Saugventil 30 gelegenen Bereich der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 verbunden.

[0035] Die elektrische Niederdruck-Kraftstoffpumpe 20 ist Teil einer Tankeinbaueinheit 54. In dieser ist auch ein Druckregler 56 angeordnet, der den Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 auf einen bestimmten Wert begrenzt und auslassseitig mit einem unteren Bereich der Tankeinbaueinheit 54 verbunden ist. Ein Steuer- und Regelgerät 58 empfängt Signale vom Drucksensor 42 und steuert das Absperrventil 50 und das Mengensteuerventil 46 an.

Die Brennkraftmaschine 10 wird folgendermaßen betrieben:

[0036] Im Normalbetrieb fördert die elektrische Niederdruck-Kraftstoffpumpe 20 Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter 18 mit einem Druck von ungefähr 6 bar zur Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26. Dort wird der Kraftstoff weiter auf einen sehr hohen Druck (bei Benzin-Brennkraftmaschinen derzeit bis 200 bar und bei Diesel-Brennkraftmaschinen derzeit bis 2000 bar) verdichtet und in die Kraftstoff-Sammelleitung 34 gefördert. Von dort gelangt er über die Injektoren 36 in die Brennräume 38. Das Mengensteuerventil 46 wird vom Steuer- und Regelgerät 58 abhängig vom Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 34 angesteuert, welcher vom Drucksensor 42 erfasst wird. Das Absperrventil 50 ist geöffnet.

[0037] Wird die Brennkraftmaschine in heißem Zustand abgestellt, endet die Förderung von Kraftstoff durch die Niederdruck-Kraftstoffpumpe 20 und die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 26, das Mengensteuerventil 46 ist stromlos offen und das Absperrventil 50 geschlossen. Über die Strömungsdrossel 44 strömt der Kraftstoff aus der Kraftstoff-Sammelleitung 34 zunächst in den Förderraum und von dort über das geöffnete Mengensteuerventil 46 in die Niederdruck-Kraftstoffleitung 24.

[0038] Über den Druckregler 56 strömt überschüssiger Kraftstoff zurück in den Vorratsbehälter 18, bis im Niederdruckbereich 14 einerseits und im Hochdruckbereich 16 andererseits der durch den Druckregler 56 be-

stimmte Druck von ungefähr 6 bar herrscht. Ein weiteres Absinken dieses Druckes wird durch das geschlossene Absperrventil 50 verhindert. Bei diesem Druck ist das Risiko der Entstehung von Dampfblasen stromaufwärts vom Förderraum 28 relativ gering, so dass ein sicherer Heißstart der Brennkraftmaschine 10 gewährleistet ist.

[0039] Liegt jedoch kein Heißabstellfall vor, kann die korrekte Funktion des Absperrventils 50 entsprechend einem Verfahren überprüft werden, welches in Fig. 2 dargestellt ist:

[0040] Nach einem Startblock 60 wird im Block 62 überprüft, ob die Brennkraftmaschine 10 ausgeschaltet ist, sich das Steuer- und Regelgerät in einem Nachlaufzustand befindet und das Absperrventil 50 stromlos geschlossen ist. Ist dies der Fall, wird im Block 64 ein Messwert des Drucksensors 42 erfasst. Im Block 66 wird vom Steuer- und Regelgerät 58 das Absperrventil 50 bestromt. Nach Ablauf einer gewissen Zeitdauer wird im Block 68 nochmals der Messwert des Drucksensors 42 erfasst. Anschließend wird im Block 70 das Absperrventil 50 wieder stromlos geschaltet.

[0041] Im Block 72 wird nun die Differenz dp zwischen den beiden in den Blöcken 64 und 68 gemessenen Drücken berechnet und im Block 74 mit einem Grenzwert GW verglichen. Ist die Differenz dp größer als der Grenzwert GW , bedeutet dies, dass die Bestromung des Absperrventils 50 im Block 66 tatsächlich zu einem Öffnen des Absperrventils 50 und zu einem entsprechenden Druckabfall in der Kraftstoff-Sammelleitung 34 geführt hat.

[0042] Dieser Druckabfall in der Kraftstoff-Sammelleitung 34 ergibt sich dadurch, dass die Kraftstoff-Sammelleitung 34 über die Strömungsdrossel 44 mit dem Förderraum 28, weiter über das Mengensteuerventil 46 mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 und schließlich über die Strömungsdrossel 52 mit der Leckageleitung 48 verbunden ist. Hat die Bestromung des Absperrventils 50 aber tatsächlich zu einem Druckabfall geführt, heißt dies, dass das Absperrventil 50 in Ordnung ist (Block 78). Das Verfahren endet im Block 80.

[0043] Bleibt dagegen die Druckdifferenz dp unterhalb des Grenzwerts GW , bedeutet dies, dass das Absperrventil 50 trotz der Bestromung 66 nicht oder nicht so ausreichend geöffnet hat, um zu einem Druckabfall in der Kraftstoff-Sammelleitung 34 zu führen. Daher wird in diesem Fall im Block 82 ein Fehler in einem Fehlerspeicher eingetragen. In einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird ferner ein Alarmsignal ausgegeben, welches vom Benutzer erkannt werden kann. In einem anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird ferner anstelle des Vergleichs der Druckdifferenz dp mit dem Grenzwert GW ein Druckabbaugradient bestimmt und mit einem entsprechenden Grenzwert verglichen.

[0044] Nun wird auf ein zweites Ausführungsbeispiel einer Brennkraftmaschine Bezug genommen, welches in Fig. 3 dargestellt ist. In dieser Figur tragen solche Teile, Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funk-

tionen zu Teilen, Elementen und Bereichen der Brennkraftmaschine von Fig. 1 aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0045] Ein wesentlicher Unterschied der in Fig. 3 dargestellten Brennkraftmaschine 10 zu der in Fig. 1 dargestellten betrifft die Anordnung des Absperrventils 50: Dieses ist bei der in Fig. 3 dargestellten Brennkraftmaschine 10 Teil der Tankeinbaueinheit 54. Ferner ist nicht nur ein Druckregler 56 vorgesehen, sondern es ist ein erster Druckregler 56a und ein zweiter Druckregler 56b vorhanden. Dabei ist der Öffnungsdruck des Druckreglers 56a größer als der Öffnungsdruck des Druckreglers 56b. Auslassseitig ist der Druckregler 56a direkt mit dem Vorratsbehälter 18 verbunden, wohingegen der Druckregler 56b auslassseitig stromaufwärts von dem Absperrventil 50 in die Leckageleitung 48 mündet. Hierdurch wird Folgendes bewirkt:

[0046] Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10 ist das Absperrventil 50 bestromt und somit geöffnet. In diesem Fall wird der Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 durch den Druckregler 56b eingestellt. Wird die Brennkraftmaschine 10 in heißem Betriebszustand abgestellt, wird das Absperrventil 50 stromlos und somit geschlossen. Der Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung 24 wird nun durch den Druckregler 56a bestimmt und liegt somit höher als im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine 10. Die Entstehung von Dampfblasen im Kraftstoffsystem 12 wird hierdurch noch zuverlässiger unterdrückt. Die Überprüfung der Funktion des Absperrventils 50 erfolgt analog zu dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel.

[0047] Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Einbau der Strömungsdrossel 52 und die hierdurch erfolgende Verbindung mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 für die Diagnose des Absperrventils 50 nicht unbedingt erforderlich. Der Grund hierfür ist, dass die Leckageleitung 48 im Bereich der Tankeinbaueinheit 54 über den Druckregler 56b mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung 14 verbunden ist und bei geschlossenem Absperrventil 50 sozusagen "von hinten" befüllt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10), bei dem Kraftstoff von mindestens einer Kraftstoffpumpe (26) in mindestens einen Druckbereich (16) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein gegenüber Umgebungsdruck erhöhter Druck in dem Druckbereich (16) nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine (10) aufrechterhalten und die Funktionsfähigkeit einer Absperr-Ventileinrichtung (50), welche zur Aufrechterhaltung des Drucks geschlossen sein muss, dadurch überprüft wird, dass der Druck in dem Druckbereich (16) nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine (10) erfasst

(64) und dann die Absperr-Ventileinrichtung (50) so angesteuert wird (66), dass sie bei korrekter Funktion geöffnet ist, und dann der Druck in dem Druckbereich (16) mindestens nach einem bestimmten Zeitablauf nach der Öffnungsansteuerung (66) nochmals erfasst (68) und mit dem zuvor erfassten Druck verglichen wird (74).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (26) Kraftstoff von einem Niederdruckbereich (14) in einen Hochdruckbereich (16) fördert, dass der Druck im Hochdruckbereich (16) erfasst wird, dass Leckagekraftstoff aus der Hochdruck-Kraftstoffpumpe (16) über eine Leckageleitung (48), in welcher die Absperr-Ventileinrichtung (50) angeordnet ist, zu einem Kraftstoffbehälter (18) abgeführt wird, dass der Hochdruckbereich (16) mindestens bei abgeschalteter Brennkraftmaschine (10) mit dem Niederdruckbereich (14) über eine Strömungsdrossel (44) fluidisch verbunden ist, und dass ein Förderraum (28) der Hochdruck-Kraftstoffpumpe (16) bei abgeschalteter Brennkraftmaschine (10) mit dem Niederdruckbereich (14) verbunden wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Differenz (dp) zwischen dem Druck vor der Öffnungsansteuerung (66) und dem Druck nach der Öffnungsansteuerung (66) der Absperr-Ventileinrichtung (50) gebildet (72) und mit einem Grenzwert (GW) verglichen wird (74).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Druckabbaugradient bestimmt und mit einem Grenzwert verglichen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass dann, wenn die Differenz (dp) und/oder der Druckabbaugradient kleiner als oder gleich wie der entsprechende Grenzwert (GW) ist, ein Eintrag in einen Fehlerspeicher erfolgt (82) und/oder ein Alarm ausgelöst wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungsansteuerung (66) der Absperr-Ventileinrichtung (50) nur dann erfolgt, wenn keine Heißabstellbedingungen vorliegen.
7. Computerprogramm, **dadurch gekennzeichnet**, dass es zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche geeignet ist, wenn es auf einem Computer ausgeführt wird.
8. Computerprogramm nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass es auf einem Speicher, ins-

besondere auf einem Flash-Memory, abgespeichert ist.

der Absperrventileinrichtung (50) in die Leckageleitung (48) mündet.

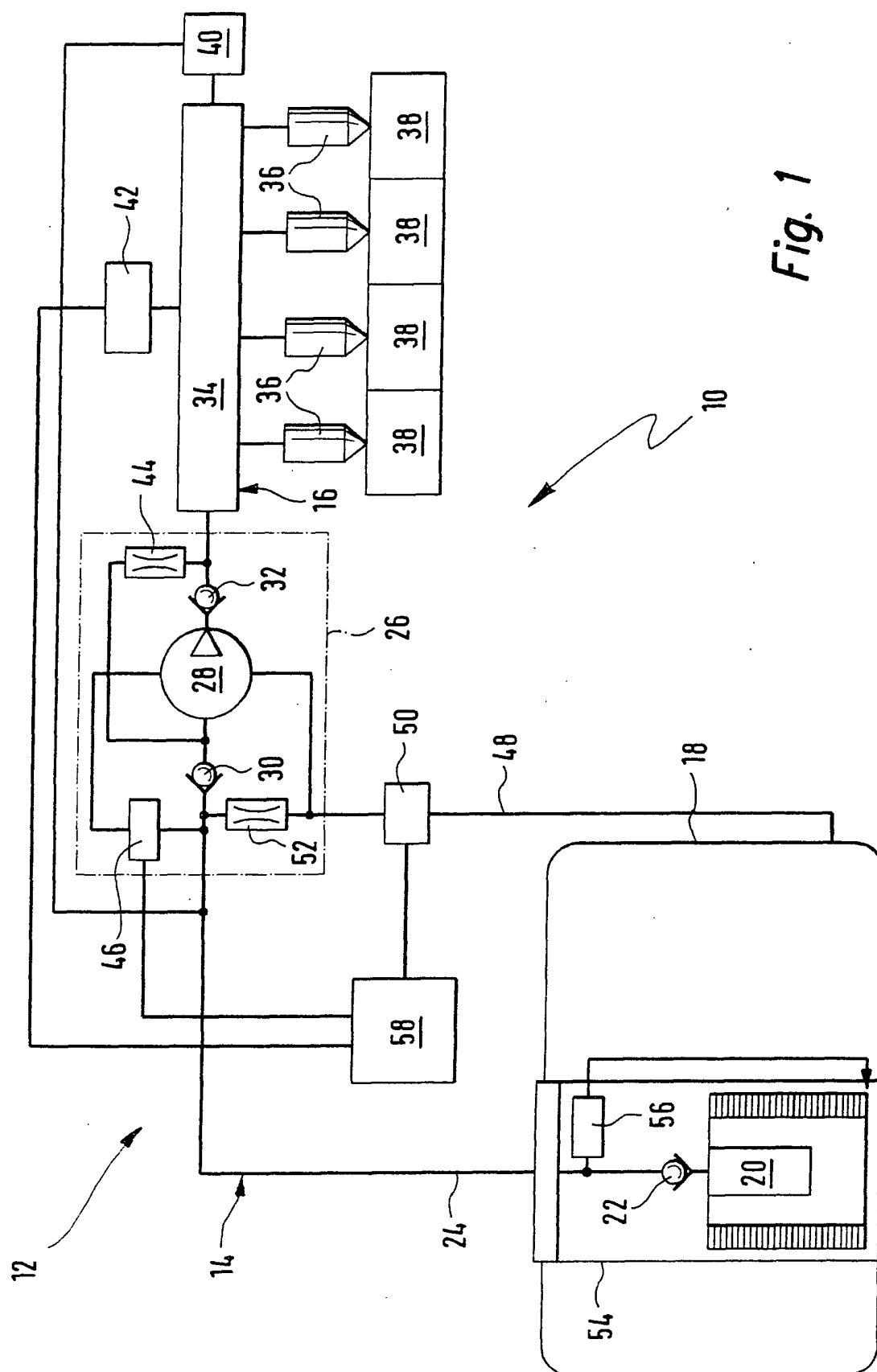
9. Steuer- und/oder Regelgerät (58) zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Speicher umfasst, auf dem ein Computerprogramm nach einem der Ansprüche 7 oder 8 abgespeichert ist. 5

10. Brennkraftmaschine (10), mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (26), welche in einen Druckbereich (16) fördert, mit einer Druckerfassungseinrichtung (42) zur Erfassung des Drucks im Druckbereich (26), und mit einem Steuer- und/oder Regelgerät (58), **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Einrichtung (50) umfasst, welche dafür sorgt, dass bei abgeschalteter Brennkraftmaschine (10) in dem Druckbereich (16) ein gegenüber Umgebungsdruck erhöhter Druck aufrechterhalten werden kann, wobei die Einrichtung eine Absperr-Ventileinrichtung (50) umfasst, welche zur Aufrechterhaltung des Drucks geschlossen sein muss, und dass das Steuer- und/oder Regelgerät (58) so ausgebildet ist, dass es nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine (10) ein Drucksignal von der Druckerfassungseinrichtung (42) empfängt (64), dann die Absperr-Ventileinrichtung (50) so ansteuert (66), dass diese bei korrekter Funktion geöffnet ist, dann mindestens nach einem bestimmten Zeitablauf nach der Öffnungsansteuerung (66) nochmals ein Drucksignal von der Druckerfassungseinrichtung (42) empfängt (68), und die beiden Drucksignale miteinander vergleicht (72). 10
15
20
25
30

11. Brennkraftmaschine (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Niederdruckbereich (14) umfasst, welcher über eine Strömungs-drossel (52) mit einer Leckageleitung (48) verbunden ist, in der die Absperr-Ventileinrichtung (50) angeordnet ist. 35
40

12. Brennkraftmaschine (10) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (26) umfasst, welche mindestens einen definierten Leckagespalt (44) aufweist, durch den Kraftstoff vom Hochdruckbereich (16) zum Niederdruckbereich (14) gelangen kann, und die Druckerfassungseinrichtung (42) im Hochdruckbereich (16) angeordnet ist. 45
50

13. Brennkraftmaschine (10) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Niederdruckbereich (14) ein erster Druckregler (56b) und ein zweiter Druckregler (56a) vorhanden sind, wobei der Öffnungsdruck des ersten Druckreglers (56b) kleiner ist als der Öffnungsdruck des zweiten Druckreglers (56a), und dass der erste Druckregler (56b) auslassseitig stromaufwärts von 55



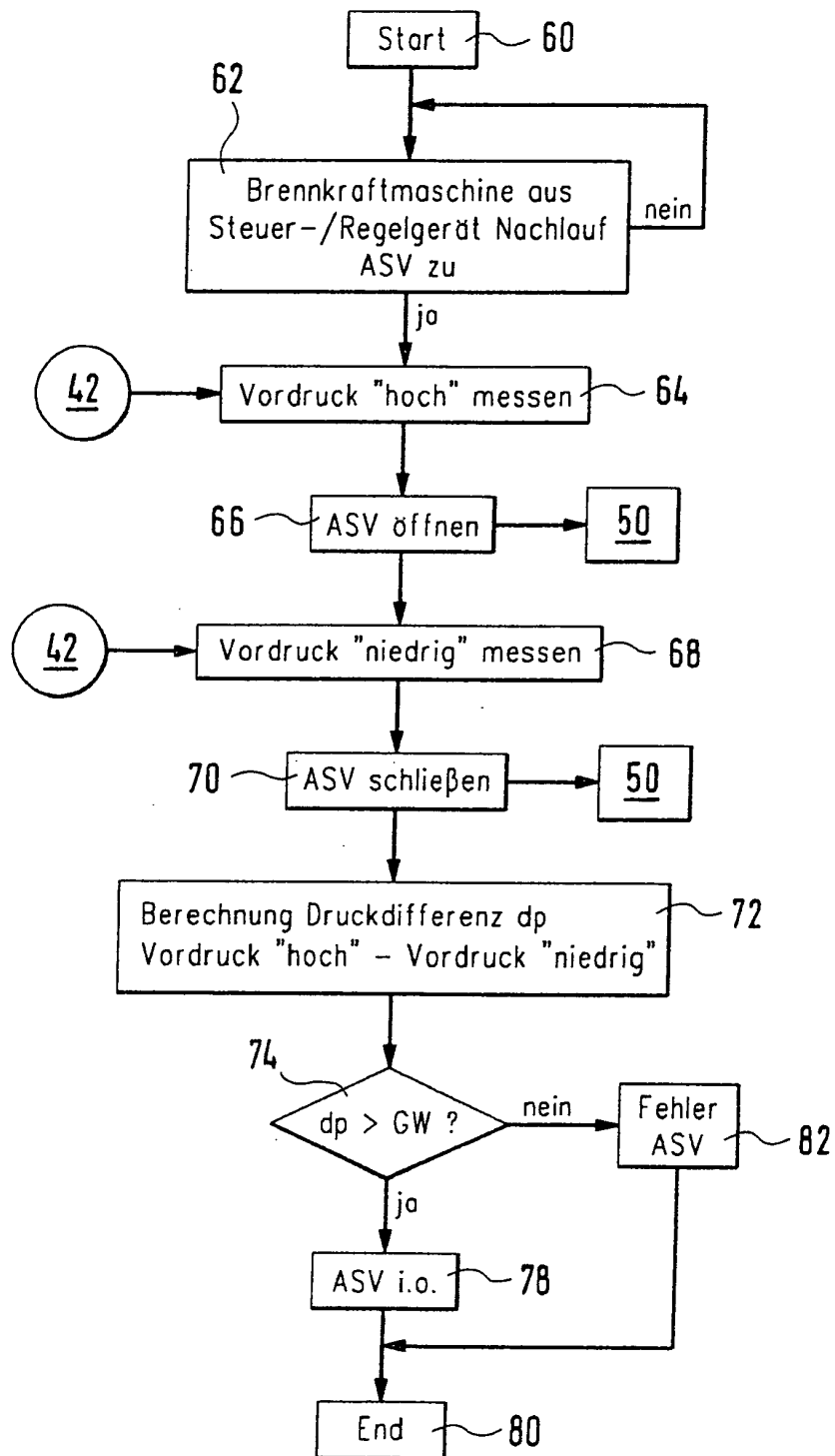


Fig. 2

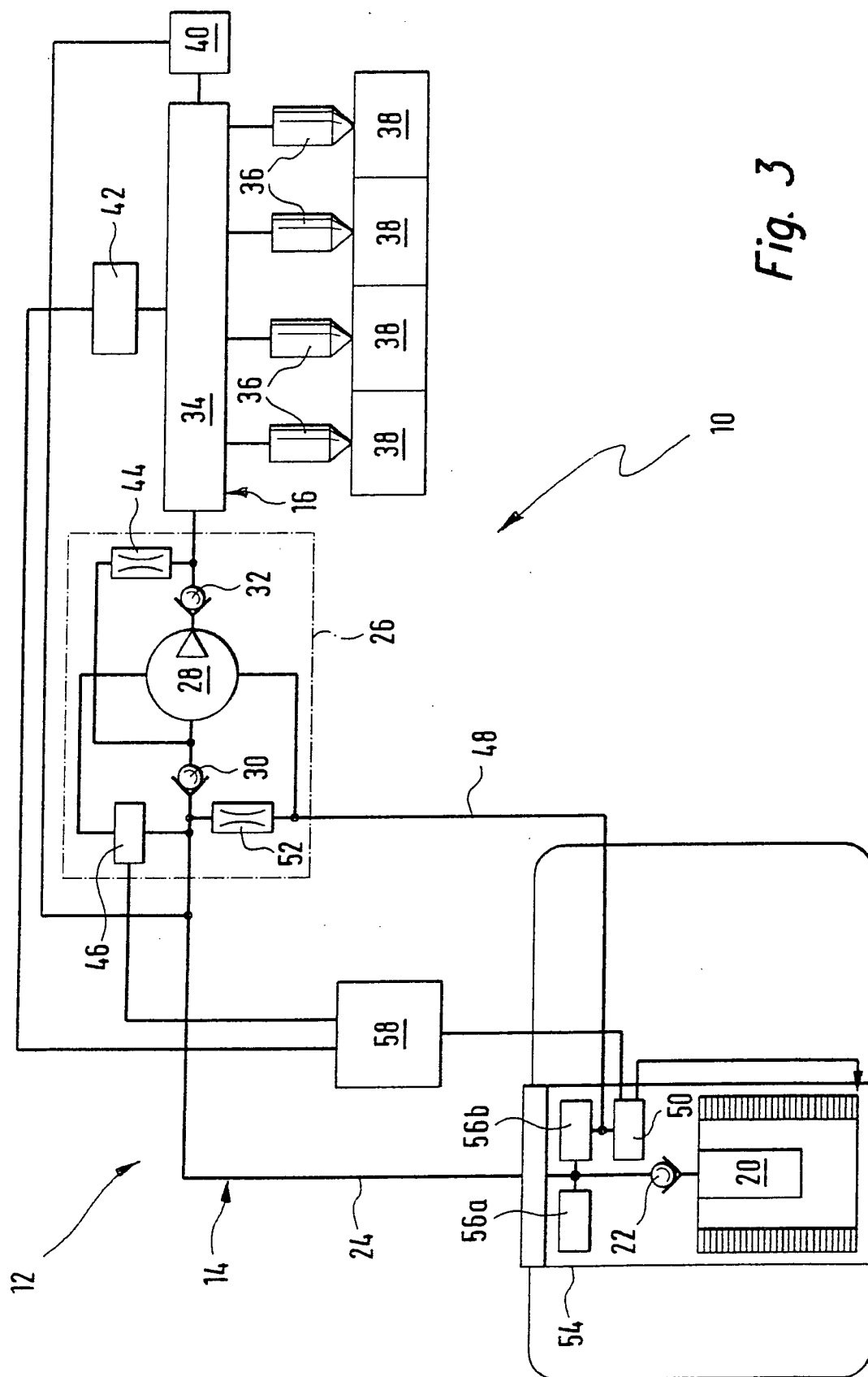


Fig. 3