



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.12.2002 Patentblatt 2002/49

(51) Int Cl.7: **F02M 63/02**

(21) Anmeldenummer: **02011016.9**

(22) Anmeldetag: **17.05.2002**

(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

(72) Erfinder:
• **Rembold, Helmut**
70435 Stuttgart (DE)
• **Moser, Winfried**
71642 Ludwigsburg (DE)
• **Mueller, Uwe**
71282 Hemmingen (DE)
• **Lang, Harald**
71706 Markgroeningen (DE)

(30) Priorität: **29.05.2001 DE 10125982**

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

(54) **Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine**

(57) Ein Kraftstoffsystem (12) für eine Brennkraftmaschine (10) umfasst einen Kraftstoffbehälter (14). Ferner ist mindestens eine Kraftstoffpumpe (16, 22) und eine Kraftstoff-Sammelleitung (26) vorgesehen. Diese wird von der Kraftstoffpumpe (22) gespeist. Mit einer Ventileinrichtung (38) kann der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) gesteuert werden. Über minde-

stens eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (28) gelangt der Kraftstoff in einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (10). Um ein rasches Wiederanlassen einer heißen Brennkraftmaschine (10) zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung (38) so ausgebildet ist, dass sie mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) in nicht betätigtem Zustand geschlossen ist.

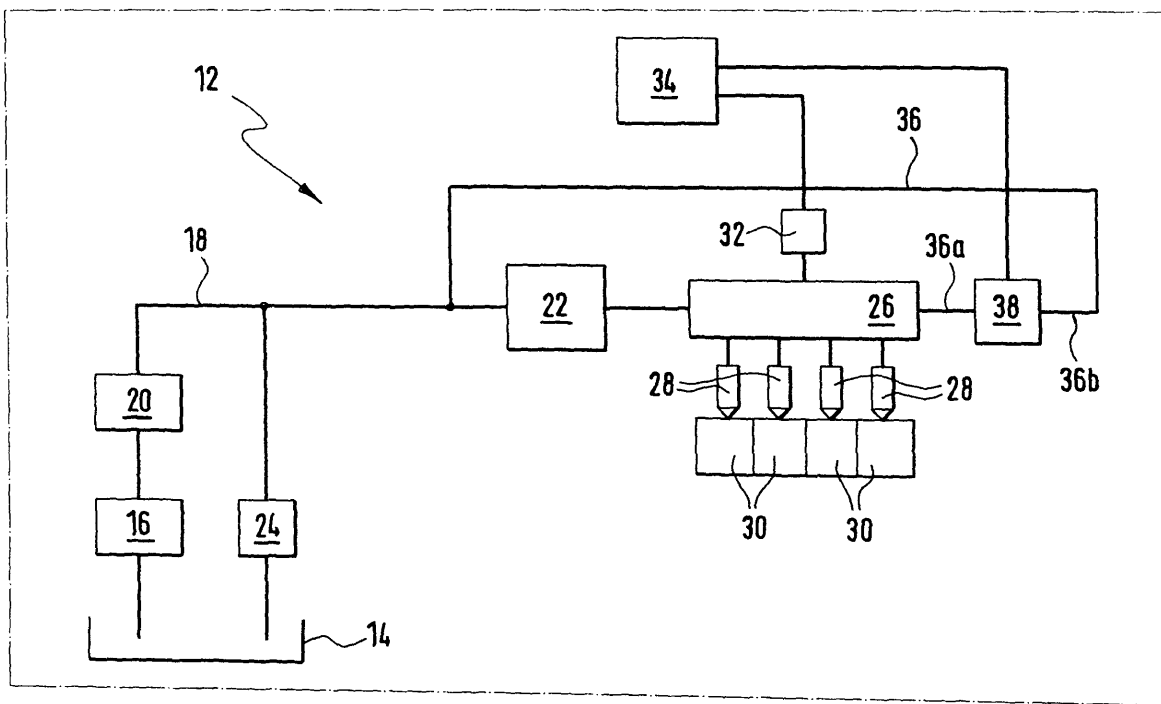


Fig. 1

10

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung, die von der Kraftstoffpumpe gespeist wird, mit einer Ventileinrichtung, mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung gesteuert werden kann, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, über die der Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann.

[0002] Ein solches Kraftstoffsystem ist aus der DE 195 39 883 A1 bekannt. Bei dieser fördern zwei in Reihe geschaltete Pumpen den Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter in eine Kraftstoff-Sammelleitung, welche gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet wird. In der Kraftstoff-Sammelleitung wird der Kraftstoff unter relativ hohem Druck gespeichert. An die Kraftstoff-Sammelleitung sind Einspritzventile angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in entsprechende Brennräume einspritzen.

[0003] Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung wird durch ein Druckventil gesteuert. Je nach Ansteuerung des Druckventils wird Kraftstoff aus der Kraftstoff-Sammelleitung über eine Rückleitung in den Kraftstoffbehälter zurückgeleitet. Bei dem bekannten Kraftstoffsystem wird nach dem Abstellen der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung abgebaut. Aufgrund von Wärmeleitung vom Motorblock her kann es allerdings dann in dem in der Kraftstoff-Sammelleitung vorhandenen Kraftstoff zur Bildung von Dampfblasen kommen, welche das Wiederanlassen der Brennkraftmaschine erschweren. Um diesen Nachteil zu beseitigen, wird bei dem bekannten Kraftstoffsystem beim Anlassen der Brennkraftmaschine der Druck des von der ersten der beiden Kraftstoffpumpen geförderten Kraftstoffes erhöht, um gegebenenfalls vorhandene Dampfblasen möglichst schnell aus dem Kraftstoffsystem zu eliminieren. Dies benötigt jedoch eine gewisse Zeit.

[0004] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, ein Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass eine mit dem Kraftstoffsystem betriebene Brennkraftmaschine möglichst schnell auch im heißen Zustand gestartet werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Ventileinrichtung so ausgebildet ist, dass sie mindestens beim normalen Betriebsdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung im nicht betätigten Zustand geschlossen ist.

Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass sich Dampfblasen gar nicht erst bilden können, da der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung auf einem hohen Niveau auch bei abgestellter Brennkraft-

maschine gehalten wird. Somit sind keine Maßnahmen erforderlich, um vor dem Wiederanlassen einer heißen Brennkraftmaschine eventuelle Dampfblasen aus dem Kraftstoffsystem zu entfernen. Das Anlassen einer Brennkraftmaschine, welche mit dem erfindungsgemäßen Kraftstoffsystem ausgerüstet ist, erfolgt daher sehr schnell.

[0007] Das Beibehalten des relativ hohen Drucks in der Kraftstoff-Sammelleitung ist bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffsystem sehr einfach möglich: Die Ventileinrichtung ist so aufgebaut, dass sie in ihrem nicht betätigten Ruhezustand geschlossen ist, also keine Verbindung von der Kraftstoff-Sammelleitung zurück beispielsweise zum Kraftstoffbehälter existiert. Ein solcher nicht betätigter Zustand liegt im Allgemeinen ohnehin bei abgestellter Brennkraftmaschine vor.

[0008] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen angegeben.

[0009] In einer ersten Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung elektrisch betätigt wird und im stromlosen Zustand mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung geschlossen ist. Elektrisch betätigte Ventileinrichtungen sind sehr einfach und preiswert herzustellen. Ein stromloser Zustand ist bei abgestellter Brennkraftmaschine darüber hinaus leicht realisierbar.

[0010] Ferner ist es möglich, dass die Ventileinrichtung eine Vorspanneinrichtung umfasst, welche ein Ventilelement in Schließrichtung beaufschlagt. Eine solche Vorspanneinrichtung kann beispielsweise eine Feder umfassen. Die Betätigung des Ventilelements erfolgt also gegen die Kraft der Vorspanneinrichtung. Eine solche Ventileinrichtung baut einfach und arbeitet zuverlässig.

[0011] Dabei kann die Vorspanneinrichtung so gewählt werden, dass die Ventileinrichtung im nicht betätigten Zustand öffnet, wenn der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung einen bestimmten Wert überschreitet. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, dass der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung bei abgestellter Brennkraftmaschine einen maximalen Wert nicht überschreiten kann. Hierdurch wird die Funktionssicherheit der Kraftstoff-Sammelleitung und angeschlossener Komponenten garantiert, da eine Erwärmung des in der Kraftstoff-Sammelleitung eingeschlossenen Kraftstoffs beispielsweise aufgrund von Wärmeleitung von der Brennkraftmaschine her und die damit verbundene Ausdehnung des eingeschlossenen Kraftstoffes nicht zu einer Beschädigung der Kraftstoff-Sammelleitung oder eingeschlossener Komponenten führen kann.

[0012] Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung im nicht betätigten Zustand niedriger ist als der maximal zulässige Funktionsdruck der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung. Diese Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems trägt der Tatsache Rechnung, dass die üblichen Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen ab einem bestimmten Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung nicht mehr sicher

betätigt werden können. Außerdem besteht die Gefahr, dass bei Überschreiten des maximal zulässigen Funktionsdruckes die Kraftstoff-Einspritzvorrichtung nicht mehr sicher schließt und somit Kraftstoff bei stehender Brennkraftmaschine in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt. Durch die erfindungsgemäße Weiterbildung wird all dies verhindert.

[0013] Denkbar ist auch, dass der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung bei hoher Drehzahl der Brennkraftmaschine höher ist als bei geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine. Aufgrund dieser Maßnahme wird wiederum der Tatsache Rechnung getragen, dass es für einen verbrauchs- und emissionsoptimalen Betrieb der Brennkraftmaschine günstig ist, wenn der Druck des Kraftstoffes an der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung bei geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine eher niedrig ist und bei hoher Drehzahl der Brennkraftmaschine eher hoch ist. Der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung sorgt so für einen dem jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine entsprechenden Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung.

[0014] Die Erfindung betrifft auch eine Brennkraftmaschine, insbesondere für Kraftfahrzeuge, welche ein Kraftstoffsystem umfasst mit einem Kraftstoffbehälter, mit mindestens einer Kraftstoffpumpe, mit einer Kraftstoff-Sammelleitung, die von der Kraftstoffpumpe gespeist wird, mit einer Ventileinrichtung, mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung gesteuert werden kann, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung, über die der Kraftstoff in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann.

[0015] Um bei einer solchen Brennkraftmaschine den Heißstart, also das Wiederanlassen der heißen Brennkraftmaschine, zu beschleunigen, wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung des Kraftstoffsystems so ausgebildet ist, dass sie mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung im nicht bestätigten Zustand geschlossen ist. Im Hinblick auf die Vorteile einer solchen Brennkraftmaschine wird auf die obigen Ausführungen verwiesen.

[0016] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere für Kraftfahrzeuge, bei dem der Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter über mindestens eine Kraftstoffpumpe in eine Kraftstoff-Sammelleitung und von dort über eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gefördert wird und bei dem der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung über eine Ventileinrichtung gesteuert wird.

[0017] Um bei einem solchen Verfahren sicherzustellen, dass die Brennkraftmaschine auch im heißen Zustand möglichst schnell angelassen werden kann, wird vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtung mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung im nicht betätigten Zustand geschlossen ist. Auch hier wird im Hinblick auf die Vorteile auf die obigen Ausführungen verwiesen.

Zeichnung

[0018] Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1: ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit einem Kraftstoffsystem mit einer Ventileinrichtung;

Fig. 2: einen teilweisen Schnitt durch die Ventileinrichtung von Fig. 1; und

Fig. 3: ein Diagramm, in dem der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung von Fig. 2 über der Drehzahl der Brennkraftmaschine aufgetragen ist.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0019] In Fig. 1 trägt eine Brennkraftmaschine insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel nur symbolhaft durch eine strichpunktierte Linie angedeutet. Die Brennkraftmaschine 10 umfasst wiederum ein Kraftstoffsystem 12.

[0020] Zu diesem gehört ein Kraftstoffbehälter 14, aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe 16 Kraftstoff in eine Kraftstoffverbindung 18 fördert. Über einen Filter 20 gelangt der Kraftstoff zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22. Diese wird auf hier nicht näher dargestellte Art und Weise direkt von einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 10 angetrieben. Der Druck in der Kraftstoffverbindung 18 wird durch einen Niederdruckregler 24 eingestellt.

[0021] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 komprimiert den von der elektrischen Kraftstoffpumpe 16 verdichteten Kraftstoff weiter und fördert ihn in eine Kraftstoff-Sammelleitung 26. Diese wird gemeinhin auch als "Rail" bezeichnet. In ihr ist der Kraftstoff während des Betriebs der Brennkraftmaschine 10 unter sehr hohem Druck, bis ungefähr 120 bar, gespeichert. An die Kraftstoff-Sammelleitung 26 sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28 angeschlossen. Bei diesen handelt es sich vorliegend um Injektoren, welche den Kraftstoff direkt in entsprechende Brennräume 30 einspritzen. Bei der dargestellten Brennkraftmaschine 10 handelt es sich also um eine solche mit Kraftstoff-Direkteinspritzung. Beim Kraftstoff kann es sich um Benzin ebenso wie um Diesel handeln.

[0022] Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 wird von einem Drucksensor 32 erfasst. Dieser liefert Signale an ein Steuer- und Regelgerät 34. Die Kraftstoff-Sammelleitung 26 ist über eine Kraftstoffverbindung 36 mit der Kraftstoffverbindung 18 verbunden. In der Kraftstoffverbindung 36 ist ein Druckventil 38 angeordnet, dessen genaue Ausgestaltung weiter unten erläutert wird. Das Druckventil 38 wird vom Steuer- und Regelgerät 34 angesteuert.

[0023] Das Druckventil 38 ist im Einzelnen wie folgt aufgebaut (vgl. Fig. 2):

[0024] Fig. 2 zeigt einen zylindrischen Ventilkörper 40, der in Einbaulage in eine zylindrische Ausnehmung eines in Fig. 2 nicht dargestellten Aufnahmeteils eingesetzt und an diesem befestigt ist. An diesem Aufnahmeteil sind auch die Anschlüsse für die Kraftstoffverbindung 36 vorhanden. Der zwischen dem Druckventil 38 und der Hochdruck-Kraftstoffpumpe 22 liegende Bereich der Kraftstoffverbindung trägt dabei das Bezugszeichen 36a, wohingegen der zur Kraftstoffverbindung 18 hin zeigende Bereich das Bezugszeichen 36b trägt.

[0025] Der Ventilkörper 40 ist zweiteilig aufgebaut. Im in Fig. 2 unteren Teil 42 ist eine zum Ventilkörper 40 koaxiale Durchgangsbohrung 44 vorhanden, die sich in Fig. 2 nach oben hin konisch erweitert. Die konische Erweiterung (ohne Bezugszeichen) bildet einen Ventilsitz für eine Ventilkugel 46. Im in Fig. 2 oberen Teil 48 des Ventilkörpers 40 ist eine ebenfalls zum Ventilkörper 40 koaxiale Durchgangsbohrung 50 vorhanden, von der zwei radial verlaufende Bohrungen 52 abzweigen. Die Durchgangsbohrung 44 im unteren Teil 42 des Ventilkörpers 40 ist mit dem Einlass des Druckventils 38 und somit in Einbaulage mit der Leitung 36a verbunden, wohingegen die radialen Bohrungen 52 zu einem Auslass des Druckventils 38 und somit in Einbaulage zur Leitung 36b führen.

[0026] In der zentrischen Durchgangsbohrung 50 ist ein Ventilstößel 54 angeordnet, an dessen in Fig. 2 oberem Endabschnitt ein Magnetanker 56 befestigt ist. Der Ventilstößel 54 ist im Bereich der Durchgangsbohrung 50 in einer Gleitbuchse (nicht dargestellt) geführt. Im oberen Bereich des oberen Teils 48 des Ventilkörpers 40 ist auf der äußeren Mantelfläche des oberen Teils 48 eine Hülse 58 befestigt, die mit ihrem in Fig. 3 oberen Bereich wiederum mit einem Gehäusekörper 60 verbunden ist. In diesem ist ein in Fig. 2 nach unten offenes Sackloch 62 vorhanden.

[0027] Am in Fig. 2 unteren Ende des Sacklochs 62 ist in dieses ein Führungsring 64 eingesetzt. In diesem ist das obere Ende 66 des Ventilstößels 54 gleitend geführt. Das obere Ende 66 des Ventilstößels 54 wird von einer Druckfeder 68 beaufschlagt, die sich an der Basis des Sacklochs 62 im Gehäusekörper 60 abstützt. Über die Druckfeder 68 und den Ventilstößel 54 wird letztlich die Ventilkugel 46 gegen den Ventilsitz in der Durchgangsbohrung 44 im unteren Teil 42 des Ventilkörpers 40 gedrückt.

[0028] Am Gehäusekörper 60 ist außen ein Haltering 70 befestigt. Der Haltering 70 ragt radial vom Gehäusekörper 60 ab und ist insgesamt koaxial zu diesem. An dem radial äußeren Randbereich des Halterings 70 sind zwei Bugelemente 72 befestigt, die eine Magnetwicklung 74 umgreifen. Der obere Bereich des Gehäusekörpers 60, der Haltering 70 und die Bugelemente 72 sind mit Kunststoff 76 umspritzt.

[0029] Wenn die Brennkraftmaschine 10 eingeschaltet ist, wird der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 26

vom Drucksensor 32 erfasst und über das Steuer- und Regelgerät 34 das Druckventil 38 so angesteuert, dass in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 ein gewünschter Druck herrscht. Dabei führt eine Bestromung der Magnetwicklung 74 zu einer auf den Magnetanker 56 in Richtung des Pfeiles 78 wirkenden Kraft. Diese wird der Schließkraft der Druckfeder 68 überlagert. Somit wird die Ventilkugel 46 bei einer Bestromung der Magnetwicklung 74 mit geringerer Kraft gegen den Ventilsitz gedrückt, wodurch der Öffnungsdruck des Druckventils 38 variiert werden kann.

[0030] Fließt kein Strom durch die Magnetwicklung 74, wird die Ventilkugel 46 mit der vollen Kraft der Druckfeder 68 gegen den Ventilsitz gedrückt. In diesem Fall ist also das Druckventil 38 geschlossen. Die Druckfeder 68 ist allerdings so bemessen, dass die Ventilkugel 46 gegen die Kraft der Druckfeder 68 vom Ventilsitz abhebt, wenn der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 einen maximal zulässigen Wert überschreitet. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass dann, wenn die Magnetwicklung 74 nicht mehr bestromt werden kann, weil beispielsweise die Stromversorgung durch einen Defekt unterbrochen ist, der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 einen maximal zulässigen Wert nicht überschreitet.

[0031] Somit wird die Funktionssicherheit der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28, welche nur bis zu einem bestimmten maximalen Druck sicher arbeiten können, gewährleistet. Ferner wird sichergestellt, dass es bei abgestellter Brennkraftmaschine in dem in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 eingeschlossenen Kraftstoffvolumen aufgrund von Wärmeleitung innerhalb der Kraftstoff-Sammelleitung 26 nicht zu einem unzulässigen Druckanstieg kommen kann, welcher beispielsweise zu einer ungewollten Leckage der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28 in die Brennräume 30 hinein führen könnte.

[0032] Bei abgestellter Brennkraftmaschine 10 ist die Magnetwicklung 74 stromlos. Wie bereits ausgeführt wurde, wird in diesem Fall die Ventilkugel 46 mit der maximalen Kraft der Druckfeder 68 gegen den Ventilsitz gedrückt. Das Druckventil 38 ist somit geschlossen und das in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 vorhandene Kraftstoffvolumen nach außen hin abgeschlossen. Der in der Kraftstoff-Sammelleitung 26 vorhandene Druck wird somit bei abgestellter Brennkraftmaschine 10 nicht abgelassen, sondern beibehalten.

[0033] Durch eine variable Bestromung der Magnetwicklung 74 ist es möglich, den Öffnungsdruck des Druckventils 38 an die Drehzahl der Brennkraftmaschine 10 anzupassen. Aus Emissions- und Verbrauchsgründen ist es gewünscht, dass der an den Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28 anliegende Kraftstoffdruck bei niedrigen Drehzahlen der Brennkraftmaschine 10 niedriger ist als bei hohen Drehzahlen. Dies wird normalerweise durch eine entsprechende Bestromung der Magnetwicklung 74 erreicht. Ist die Stromversorgung zu der Magnetwicklung 74 beispielsweise aufgrund eines

abgefallenen Steckers unterbrochen, kann durch eine entsprechende Gestaltung der Geometrie des Ventilsitzes der Ventilkugel 46 dennoch eine solche Öffnungscharakteristik des Druckventils 38 realisiert werden, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist. Dabei steigt der Öffnungsdruck P_O des Druckventils 38 mit der Drehzahl n . In jedem Falle ist dabei sichergestellt, dass der Öffnungsdruck P_O des Druckventils 38 kleiner ist als der maximal zulässige Funktionsdruck $P_{V_{max}}$ der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 28.

Patentansprüche

1. Kraftstoffsystem (12) für eine Brennkraftmaschine (10), mit einem Kraftstoffbehälter (14), mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (16, 22), mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (26), die von der Kraftstoffpumpe (22) gespeist wird, mit einer Ventileinrichtung (38), mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) gesteuert werden kann, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (28), über die der Kraftstoff in einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (10) gelangen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (38) so ausgebildet ist, dass sie mindestens beim normalen Betriebsdruck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) im nicht betätigten Zustand geschlossen ist. 15
2. Kraftstoffsystem (12) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (38) elektrisch betätigt wird und im stromlosen Zustand mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) geschlossen ist. 20
3. Kraftstoffsystem (12) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (38) eine Vorspanneinrichtung (68) umfasst, welche ein Ventilelement (46) in Schließrichtung beaufschlagt. 25
4. Kraftstoffsystem (12) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspanneinrichtung (68) so ausgebildet ist, dass die Ventileinrichtung (38) im nicht betätigten Zustand öffnet, wenn der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) einen bestimmten Wert überschreitet. 30
5. Kraftstoffsystem (12) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung (38) im nicht betätigten Zustand niedriger ist als der maximal zulässige Funktionsdruck der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (28). 35
6. Kraftstoffsystem (12) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsdruck der Ventileinrichtung (38) bei hoher 40

Drehzahl der Brennkraftmaschine (10) höher ist als bei geringer Drehzahl der Brennkraftmaschine (10).

7. Brennkraftmaschine (10), insbesondere für Kraftfahrzeuge, welche ein Kraftstoffsystem (12) umfasst mit einem Kraftstoffbehälter (14), mit mindestens einer Kraftstoffpumpe (16, 22), mit einer Kraftstoff-Sammelleitung (26), die von der Kraftstoffpumpe (22) gespeist wird, mit einer Ventileinrichtung (38), mit der der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) gesteuert werden kann, und mit mindestens einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (28), über die der Kraftstoff in einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (10) gelangen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (38) des Kraftstoffsystems (12) so ausgebildet ist, dass sie mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) im nicht betätigten Zustand geschlossen ist. 45
8. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10) insbesondere für Kraftfahrzeuge, bei dem der Kraftstoff aus einem Kraftstoffbehälter (14) über mindestens eine Kraftstoffpumpe (16, 22) in eine Kraftstoff-Sammelleitung (26) und von dort über eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (28) in einen Brennraum (30) der Brennkraftmaschine (10) gefördert wird und bei dem der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) über eine Ventileinrichtung (38) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ventileinrichtung (38) mindestens bei normalem Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung (26) im nicht betätigten Zustand geschlossen ist. 50

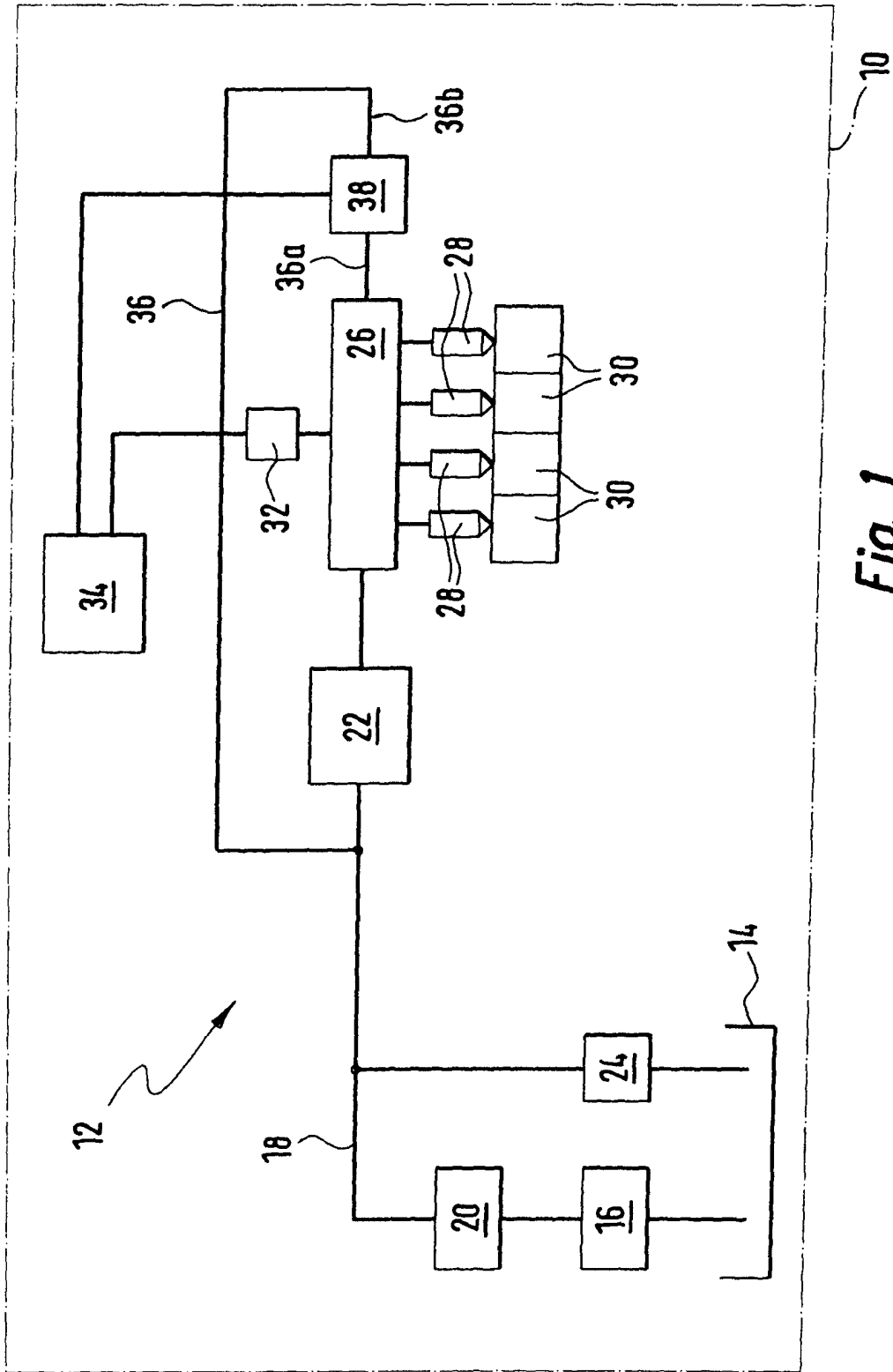


Fig. 1

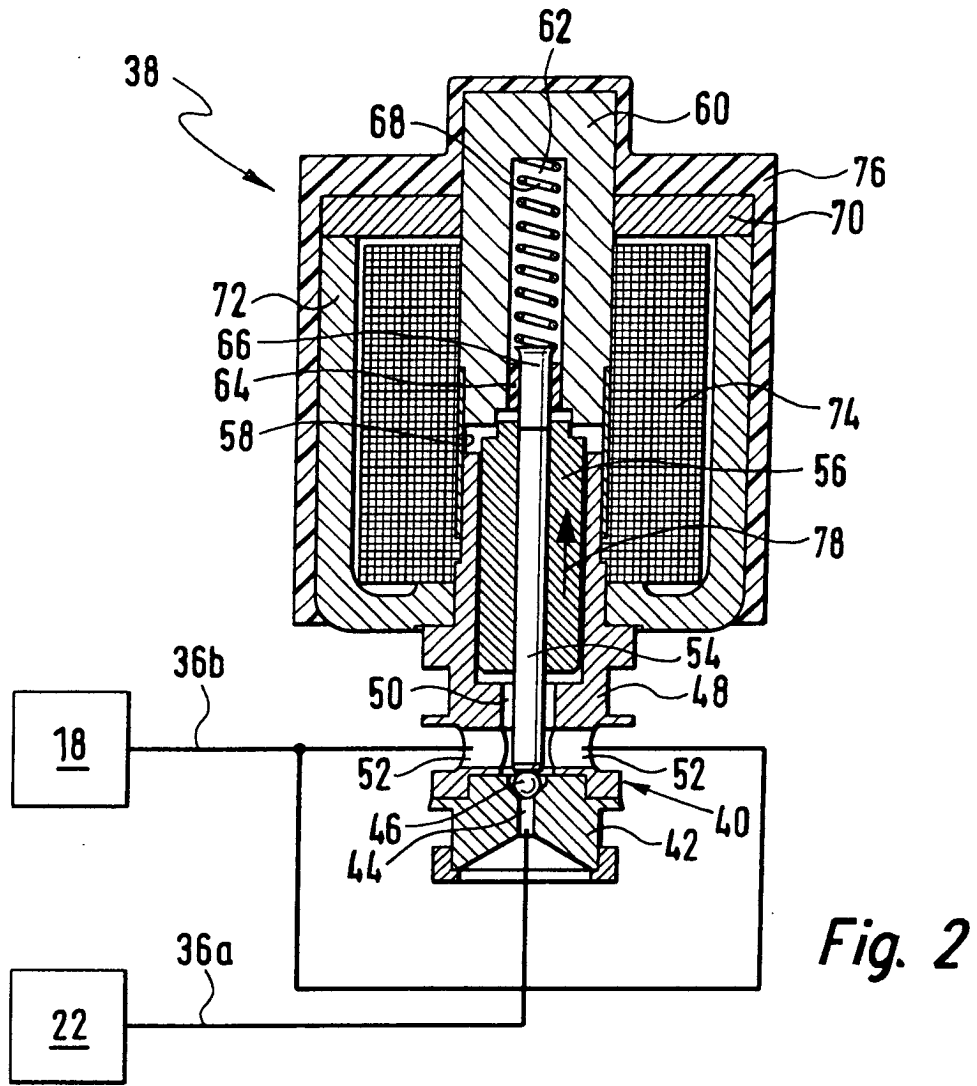


Fig. 2

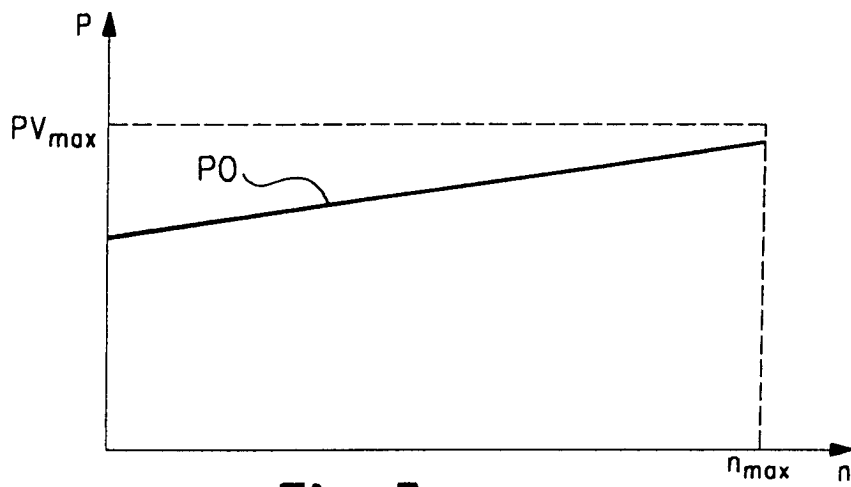


Fig. 3