



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 40 310 A1** 2004.03.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 40 310.4**

(22) Anmeldetag: **31.08.2002**

(43) Offenlegungstag: **11.03.2004**

(51) Int Cl.7: **F02M 59/02**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

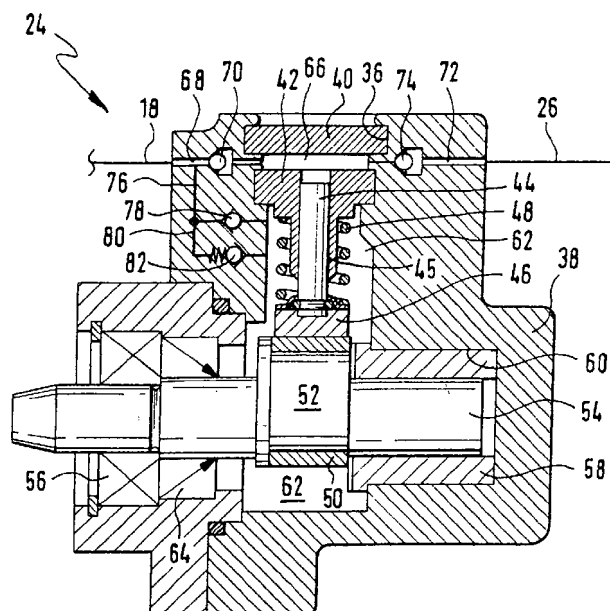
(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine**

(57) Zusammenfassung: Ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine umfasst eine Niederdruck-Kraftstoffversorgung und eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe (24). Diese umfasst ein Gehäuse (38), mindestens ein bewegliches Förderelement (44), welches einen Förderraum (66) begrenzt, und mindestens einen Antrieb (54), welcher das Förderelement (44) in Bewegung versetzen kann. Der Antrieb (54) ist wenigstens teilweise in einem Antriebsraum (62) angeordnet. Um die Schmierung der beweglichen Teile der Kraftstoff-Hochdruckpumpe (24) unter allen Betriebszuständen sicherzustellen, wird vorgeschlagen, dass durch Schmiermittel-Versorgungseinrichtung (45) der Antriebsraum (62) mit einem Druck beaufschlagt werden kann, der höher ist als der Druck im Niederdruckbereich (18).



Beschreibung**Vorteile der Erfindung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffsystem für eine Brennkraftmaschine mit einem Niederdruckbereich, einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, und einem Hochdruckbereich, wobei die Hochdruckkraftstoffpumpe umfasst: ein Gehäuse, mindestens ein bewegliches Förderelement, welches einen Förderaum begrenzt, mindestens einen Antrieb, welcher das Förderelement in Bewegung versetzen kann, einen Antriebsraum, in welchen der Antrieb wenigstens teilweise angeordnet ist, und eine Schmiermittel-Versorgungseinrichtung zur Versorgung beweglicher Teile mit Kraftstoff als Schmiermittel.

Stand der Technik

[0002] Ein solches Kraftstoffsystem ist aus der DE 197 05 205 A1 bekannt. In dieser ist eine Radialkolbenpumpe gezeigt, der Kraftstoff von einer elektrischen Vorförderpumpe mit einem bestimmten Vordruck zugeführt wird. Die Radialkolbenpumpe verdichtet den Kraftstoff auf ein sehr hohes Niveau. Die Kolben der Radialkolbenpumpe werden von einer Druckfeder mittels Gleitschuhen gegen eine Hubring beaufschlagt, der auf eine rotierende Exzenterwelle aufgesetzt ist. Über eine Bohrung im Kolben und in dem Gleitschuh ist der Förderraum eines Zylinders mit einem Entlastungsraum verbunden, der zwischen dem Gleitschuh und der entsprechenden Anlagefläche des Hubrings angeordnet ist. Auf diese Weise wird bei einem Förderhub des Kolbens der Entlastungsraum mit Druck beaufschlagt und hierdurch die Auflagekraft des Gleitschuhs an der Anlagefläche des Hubrings verringert.

[0003] Bei der bekannten Kolbenpumpe sind Exzenterwelle, Hubring, Gleitschuh, etc., in einem Antriebsraum angeordnet, der mit dem Niederdruckbereich verbunden und in dem unter Vordruck stehender Kraftstoff vorhanden ist. Aus diesem Antriebsraum gelangt der Kraftstoff über ein Einlassventil in den Förderraum eines jeweiligen Zylinders. Durch den im Antriebsraum vorhandenen Kraftstoff werden die dort befindlichen beweglichen Teile geschmiert und gekühlt.

Aufgabenstellung

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass die Schmierung und Kühlung der beweglichen Teile im Antriebsraum unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet ist.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Kraftstoffsystem der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass durch die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung der Antriebsraum mit einem Druck beaufschlagt werden kann, der höher ist als der Druck im Niederdruckbereich.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Kraftstoffsystem ist die Schmierung und Kühlung der beweglichen Teile der Hochdruck-Kraftstoffpumpe auch dann gewährleistet, wenn im Niederdruckbereich nur ein vergleichsweise niedriger Druck herrscht. Dies ist bspw. bei einem solchen Kraftstoffsystem möglich, welches eine Niederdruck-Kraftstoffversorgung aufweist, die einen variablen Vordruck bereitstellt. Hintergrund hierfür ist die Einsparung von Kraftstoff durch eine Reduzierung der Antriebsleistung der in der Niederdruck-Kraftstoffversorgung verwendeten Kraftstoffpumpe.

[0007] Ohne die erfindungsgemäßen Maßnahmen bestünde bei einem solchen Kraftstoffsystem die Gefahr, dass es bspw. im Lagerbereich der Antriebswelle der Hochdruck-Kraftstoffpumpe bei einem niedrigen Kraftstoffdruck im Antriebsraum in Folge einer örtlichen Temperaturerhöhung zu einer Dampfbildung des sich im Antriebsraum befindlichen Kraftstoffes kommen könnte, was wiederum einen unzulässigen Verschleiß an den entsprechenden beweglichen Teilen der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zur Folge hätte. Diese wird durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen zuverlässig vermieden.

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

[0009] Zunächst wird vorgeschlagen, dass der Antriebsraum fluidisch zum Niederdruckbereich hin abgeschlossen ist. Hierdurch genügt eine geringe Menge an Kraftstoff, welche dem Antriebsraum zuzuführen ist, um die erfindungsgemäße Druckerhöhung im Antriebsraum zu bewirken. Dies erhöht den Wirkungsgrad des Kraftstoffsystems.

[0010] Vorgeschlagen wird auch, dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Leckagespalt vom Förderraum zum Antriebsraum hin umfasst. Die Druckbeaufschlagung des Antriebsraums ist auf diese Weise ohne komplizierte zusätzlichen Maßnahmen möglich, was die Herstellkosten des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems niedrig hält.

[0011] In Konkretisierung hierzu wird wiederum vorgeschlagen, dass der Leckagespalt zwischen Förderelement und Gehäuse angeordnet ist. Hierdurch wird automatisch auch die Gleitlagerung zwischen Förderelement und Gehäuse geschmiert und gekühlt.

[0012] Möglich ist auch, dass das Kraftstoffsystem einen Hochdruckbereich mit einem Drucksteuerventil umfasst, und dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Strömungsweg umfasst, welcher den Antriebsraum mit einem Auslass des Drucksteuerventils verbindet. Zum Schutz der im Hochdruckbereich vorhandenen Komponenten und zur Einstellung des Drucks ist dort zumeist ein Drucksteuerventil vorhanden. Erfindungsgemäß wird das unter Druck stehende Absteuerfluid des Drucksteuerventils für die Druckbeaufschlagung des Antriebsraums verwendet. Somit ist mit sehr einfachen Mitteln und ohne komple-

xe und teure zusätzliche Vorrichtungen die Druckbeaufschlagung des Antriebsraums sichergestellt.

[0013] Vorgeschlagen wird auch, dass das Kraftstoffsystein ein Mengensteuerventil umfasst, mit dem eine Hochdruckseite der Hochdruck-Kraftstoffpumpe zeitweise mit dem Niederdruckbereich verbunden werden kann, und dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Strömungsweg umfasst, welcher den Antriebsraum mit einem Auslass des Mengensteuerventils verbindet.

[0014] Ein solches Mengensteuerventil wird zur drehzahlunabhängigen Einstellung der Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe verwendet. Dies ist in all jenen Fällen sinnvoll, in denen die Hochdruck-Kraftstoffpumpe von der Kurbel- oder Nockenwelle einer Brennkraftmaschine angetrieben wird. Wenn das Mengensteuerventil öffnet, strömt unter hohem Druck stehender Kraftstoff von der Hochdruckseite ab und gelangt somit nicht bspw. zur Kraftstoff-Sammelleitung. Dies wird erfindungsgemäß für die Schmierung und Kühlung der im Antriebsraum vorhandenen Komponenten der Hochdruck-Kraftstoffpumpe ausgenützt, so dass eine komplexe separate Druckversorgung für den Antriebsraum entfallen kann. Auch durch diese Weiterbildung werden somit Kosten eingespart.

[0015] Bei einer weiteren vorgeschlagenen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Kraftstoffsystein umfasst die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Strömungsweg, welcher den Antriebsraum mit dem Niederdruckbereich verbinden kann, und ist in diesem Strömungsweg ein Rückschlagventil vorhanden, welches zum Niederdruckbereich hin sperrt. Auf diese Weise kann der Antriebsraum auch dann mit einem – allerdings vergleichsweise geringen – Druck beaufschlagt werden, wenn die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung den an sich im normalen Betrieb erforderlichen hohen Druck noch nicht bereitstellen kann.

[0016] Dies ist bspw. dann der Fall, wenn die Hochdruck-Kraftstoffpumpe von der Brennkraftmaschine angetrieben wird, und wenn die Niederdruck-Kraftstoffversorgung eine elektrisch angetriebene Kraftstoffpumpe aufweist. In diesem Fall kann noch vor dem Anlassen der Brennkraftmaschine durch Einschalten der elektrischen Kraftstoffpumpe ein gewisser Druck im Antriebsraum erzeugt und dort gegebenenfalls vorhandene Gasblasen reduziert oder eliminiert werden.

[0017] Durch einen im Antriebsraum vorhandenen sehr hohen Druck kann es zu einer unerwünschten Belastung bspw. an Dichteinrichtungen der Hochdruck-Kraftstoffpumpe kommen. Um dies zu vermeiden wird erfindungsgemäß auch vorgeschlagen, dass das Kraftstoffsystein ein Druckbegrenzungsventil umfasst, welches den Druck im Antriebsraum auf einen gewünschten Differenzdruck begrenzt.

[0018] Alternativ hierzu ist es möglich, dass das Kraftstoffsystein ein Druckregelventil umfasst, welches den Druck im Antriebsraum auf einen ge-

wünschten Druck einstellt. Dies hat gegenüber einem Druckbegrenzungsventil den Vorteil, dass der maximale Druck im Antriebsraum niedriger ist.

[0019] In Weiterbildung der beiden oben genannten Alternativen wird vorgeschlagen, dass die Auslassseite des Druckbegrenzungsventils und/oder des Druckregelventils mit der Niederdruck-Kraftstoffversorgung verbunden ist. Im ersten Fall wird im Antriebsraum ein Druck eingestellt, der um einen bestimmten Differenzdruck höher ist als der im Niederdruckbereich vorhandene Kraftstoffdruck (dieser entspricht meistens dem Vorförderdruck einer elektrischen Kraftstoffpumpe). Ein solches Druckbegrenzungsventil baut einfach und ist preiswert. Bei hohem Vorförderdruck kann es jedoch im Antriebsraum zu einem unerwünscht hohen Druck kommen. Dies wird dann verhindert, wenn statt des Druckbegrenzungsventils das Druckregelventil eingesetzt wird, und wenn dieses mit der Niederdruck-Kraftstoffversorgung verbunden ist. In diesem Fall kann der Druck im Antriebsraum den im Niederdruckbereich herrschenden Druck nicht überschreiten.

[0020] Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftstoffsystein für eine Brennkraftmaschine, mit einem Hochdruckbereich und einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe, welche ein Gehäuse und mindestens ein bewegliches Förderelement umfasst, wobei zwischen mindestens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen der Hochdruck-Kraftstoffpumpe eine hydrostatische Lagerung vorhanden ist.

[0021] Die Betriebssicherheit des Kraftstoffsystein wird dann wesentlich verbessert, wenn die hydrostatische Lagerung an den Auslass eines Drucksteuerventils angeschlossen ist, welches im Hochdruckbereich angeordnet ist. Durch die hydrostatische Lagerung werden die zwischen zwei relativ zueinander beweglichen Teilen vorhandenen Kräfte erheblich reduziert. Dies senkt den Verschleiß und die für den Antrieb der Hochdruck-Kraftstoffpumpe erforderliche Leistung.

[0022] Der Anschluss der hydrostatischen Lagerung an das Drucksteuerventil des Hochdruckbereichs ermöglicht in allen Betriebssituationen der Hochdruck-Kraftstoffpumpe den Aufbau eines ausreichenden Drucks in der hydrostatischen Lagerung, durch den die Entstehung von Dampfblasen vermieden und die Schmierung und Kühlung an dieser Stelle gewährleistet wird, und dies unabhängig vom tatsächlichen Druck am Einlass der Hochdruck-Kraftstoffpumpe.

Ausführungsbeispiel

[0023] Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Detail erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0024] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystein mit einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe;

[0025] **Fig. 2** einen teilweisen Schnitt durch die Hochdruck-Kraftstoffpumpe von **Fig. 1**;
 [0026] **Fig. 3** einen teilweisen Schnitt durch einen Druckregler, welcher bei der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von **Fig. 2** eingesetzt werden kann;
 [0027] **Fig. 4** eine Darstellung ähnlich **Fig. 1** eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems;
 [0028] **Fig. 5** eine Darstellung ähnlich **Fig. 1** eines dritten Ausführungsbeispiels eines Kraftstoffsystems; und
 [0029] **Fig. 6** eine Darstellung ähnlich **Fig. 2** der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von **Fig. 4**.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0030] Ein Kraftstoffsystem trägt in **Fig. 1** das Bezugszeichen **10**. Es umfasst einen Tank **12**, aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe **14** Kraftstoff fördert. Der Kraftstoff gelangt von der elektrischen Kraftstoffpumpe **14** über einen Filter **16** in eine Niederdruck-Kraftstoffleitung **18**. Von dieser zweigt eine Zweigleitung **20** ab, in der ein Niederdruck-Kraftstoffregler **22** angeordnet ist. Die Zweigleitung **20** führt zum Tank **12** zurück.

[0031] Die Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** führt zu einer Drei-Zylinder-Radialkolbenpumpe, welche als Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** bezeichnet wird. Eine Hochdruck-Kraftstoffleitung **26** führt von der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** zu einer Kraftstoff-Sammelleitung **28** ("Rail"). An die Kraftstoff-Sammelleitung **28** sind mehrere Injektoren **30** angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in in Brennräume (in **Fig. 1** nicht dargestellt) einer Brennkraftmaschine einspritzen. Der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung **28** wird von einem Drucksteuerventil **32** eingestellt. Dieses ist über eine Rücklaufleitung **34** mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** verbunden.

[0032] Ein Drucksensor **35** erfasst den in der Kraftstoff-Sammelleitung **28** herrschenden Druck und übermittelt entsprechende Signale an ein in **Fig. 1** nicht dargestelltes Steuer- und Regelgerät. Dieses steuert je nach Kraftstoffbedarf die elektrische Kraftstoffpumpe **14**, das Drucksteuerventil **32**, die Injektoren **30**, und andere Einrichtungen des Kraftstoffsystems **10** an.

[0033] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** ist in **Fig. 2** im Detail dargestellt. In der dargestellten Schnittebene ist allerdings nur ein Zylinder der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** sichtbar. In einer radial verlaufenden stufenförmigen Sackbohrung **36** in einem Gehäuse **38** sind ein Zylinderkopf **40** und eine Zylinderbuchse **42** eingepasst. In der Zylinderbuchse **42** ist ein Kolben **44** gleitend geführt. Zwischen Kolben **44** und Zylinderbuchse **42** ist ein Leckagespalt **45** vorhanden. Mit seinem radial inneren Ende stützt sich der Kolben **44** auf einem Gleitschuh **46** ab. Kolben **44** und Gleitschuh **46** werden von einer Druckfeder **48** gegen eine Anlagefläche (ohne Bezugszeichen) eines Hubrings **50** gedrückt.

[0034] Der Hubring **50** sitzt auf einem Exzenterabschnitt **52** einer Antriebswelle **54**. Diese ist über zwei Wellenlager **56** und **58** drehbar im Gehäuse **38** gelagert. Die Antriebswelle **54** befindet sich in einer axial im Gehäuse **38** vorhandenen Sackbohrung **60**. Zwischen dem Gehäuse **38** und der Sackbohrung **60** einerseits und der Antriebswelle **54**, dem Hubring **50**, dem Gleitschuh **46**, dem Kolben **44** und der Zylinderbuchse **42** andererseits, ist ein Antriebsraum **62** gebildet. Dieser ist durch eine Wellendichtung **64** nach außen hin abgedichtet.

[0035] Zwischen dem Zylinderkopf **40**, der Zylinderbuchse **42** und dem Kolben **44** ist ein Förderraum **66** vorhanden. Dieser ist über einen im Gehäuse **38** vorhandenen Einlasskanal **68** und ein Einlass-Rückschlagventil **70** mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** verbindbar. Ebenso ist der Förderraum **66** über einen Auslasskanal **72** und ein Auslass-Rückschlagventil **74** mit der Hochdruck-Kraftstoffleitung **26** verbindbar. Stromaufwärts vom Einlass-Rückschlagventil **70** zweigt vom Einlasskanal **68** ein Hilfskanal **76** ab, der über ein zum Einlasskanal **68** hin sperrendes Rückschlagventil **78** in den Antriebsraum **62** mündet. Vom Hilfskanal **76** zweigt noch ein Überströmkanal **80** ab, der über ein Druckbegrenzungsventil **82** ebenfalls in den Antriebsraum **62** mündet.

[0036] Das in **Fig. 1** dargestellte Kraftstoffsystem **10** und die in **Fig. 2** dargestellte Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** arbeiten folgendermaßen:

Sobald die elektrische Kraftstoffpumpe **14** in Betrieb genommen wird, wird über die Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** im Einlasskanal **68** ein Druck aufgebaut. Dieser wird über den Hilfskanal **76** und das Rückschlagventil **78** zu diesem Zeitpunkt (die Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** fördert noch nicht) in den Antriebsraum **62** übertragen. In diesem ist somit unter einem gewissen Druck (Vorförderdruck) stehender Kraftstoff vorhanden, der bei dem nun einsetzenden Betrieb der Hochdruck-Kraftstoffpumpe deren im Antriebsraum **62** befindliche bewegliche Teile schmirt. Hierzu gehören insbesondere das Lager **58**, der Hubring **50** und der Gleitschuh **46**.

[0037] Durch die Verbindung des Antriebsraums **62** mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** über das Rückschlagventil **78** ist eine schnelle Beaufschlagung des Antriebsraums **62** mit Druck bspw. bei einer Erstinbetriebnahme oder in dem Fall möglich, in dem sich beim Abstellen der heißen Brennkraftmaschine im Antriebsraum **62** eine größere Dampfblase gebildet hat. Der Druck im Antriebsraum **62** entspricht dann dem Vordruck abzüglich eines geringen Druckabfalls von ungefähr 0,2 Bar am Rückschlagventil **78**.

[0038] Die Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** wird durch eine Drehung der Antriebswelle **54** in Betrieb genommen. Üblicherweise wird die Antriebswelle **54** von einer Kurbelwelle oder von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben, welche von dem Kraftstoffsystem **10** mit Kraftstoff versorgt wird. Durch eine Drehung der Antriebswelle **54** wird der Kolben **44** in eine Hin- und Herbewegung versetzt.

Bei einem radial einwärts gerichteten Saughub des Kolbens **44** wird Kraftstoff über den Einlasskanal **68** und das Einlassventil **70** in den Förderraum **66** eingesaugt. Bei einem nach radial auswärts gerichteten Förderhub des Kolbens **44** schließt das Einlassventil **70** und der im Förderraum **66** eingeschlossene Kraftstoff wird komprimiert.

[0039] Sobald der Differenz-Öffnungsdruck des Auslassventils **74** überschritten ist, öffnet das Auslassventil **74** und der komprimierte Kraftstoff kann aus dem Förderraum **66** in die Hochdruck-Kraftstoffleitung **26** und weiter in die Kraftstoff-Sammelleitung **28** entweichen. Ein Rückströmen des komprimierten Kraftstoffes aus der Kraftstoff-Sammelleitung **28** in den Förderraum **66** wird durch das Auslassventil **74** verhindert. Somit bleibt der Kraftstoff in der Kraftstoff-Sammelleitung **28** unter hohem Druck gespeichert und kann dort von den Injektoren **30** abgerufen und in die Brennräume der Brennkraftmaschine unter hohem Druck eingespritzt werden.

[0040] Wenn der Kraftstoff bei einem Förderhub des Kolbens **44** im Förderraum **66** komprimiert wird, wird auch eine geringe Kraftstoffmenge durch den Leckagespalt **45** zwischen dem Kolben **44** und der Zylinderbuchse **42** vom Förderraum **66** in den Antriebsraum **62** gedrückt. Hierdurch wird der im Antriebsraum **62** vorhandene Kraftstoff noch stärker unter Druck gesetzt. Da das Rückschlagventil **78** zum Einlasskanal **68** hin sperrt, kann kein Kraftstoff aus dem Antriebsraum **62** entweichen. Hierdurch wird eine Druckbeaufschlagung des Antriebsraums **62** auf ein Druckniveau ermöglicht, welches oberhalb des Druckniveaus in der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** liegt. Der normale Betriebsdruck im Antriebsraum **62** entspricht dem Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** zuzüglich des Differenz-Öffnungsdrucks des Druckbegrenzungsventils **82**. Durch das Druckbegrenzungsventil **82** wird als ein übermäßiger Anstieg des im Antriebsraum **62** herrschenden Kraftstoffdrucks verhindert.

[0041] Üblicherweise beträgt der Kraftstoffdruck, der von der elektrischen Kraftstoffpumpe **14** bereitgestellt werden kann, ungefähr 1 bis 6 Bar. Bei einem Differenzdruck des Druckbegrenzungsventils **82** von ungefähr 2 Bar ergibt sich somit ein Druck im Antriebsraum **62** von ungefähr 3 bis 8 Bar.

[0042] Man erkennt leicht, dass der im Antriebsraum **62** herrschende Kraftstoffdruck in jedem Falle höher ist als der von der elektrischen Kraftstoffpumpe **14** in der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** und im Einlasskanal **68** erzeugte Vordruck. Auf diese Weise wird im Normalbetrieb auch dann, wenn die elektrische Kraftstoffpumpe **14** nur mit niedriger Leistung betrieben wird und der Druck in der Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** vergleichsweise gering ist, ein so ausreichender Druck im Antriebsraum **62** sichergestellt, dass auch bei relativ warmen Komponenten im Antriebsraum **62** ein Verdampfen des Kraftstoffes und damit ein Zusammenbruch einerseits der Schmierung und andererseits der Kühlung an

dieser Stelle verhindert wird.

[0043] Auf Grund des bei der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**, die in **Fig. 2** dargestellt ist, vorhandenen Druckbegrenzungsventils **82** zwischen dem Antriebsraum **62** und dem Einlasskanal **68** hängt der Druck im Antriebsraum **62** letztlich in erheblichem Umfang von dem im Einlasskanal **68** herrschenden Vordruck ab. Ist dieser Vordruck, bspw. bei einem Heißstart der Brennkraftmaschine, relativ hoch, ist auch der Druck im Antriebsraum **62** vergleichsweise hoch. Unter Umständen ist er dabei höher als zur Vermeidung einer Dampfbildung im Antriebsraum **62** an sich erforderlich wäre. Durch einen solchen hohen Druck wird allerdings insbesondere die Wellendichtung **64** unnötig belastet, was deren Lebensdauer reduzieren könnte. Daher kann an Stelle des in **Fig. 2** dargestellten Druckbegrenzungsventils **82** auch ein Druckregelventil eingesetzt werden.

[0044] Ein solches ist beispielhaft in **Fig. 3** dargestellt und trägt dort das Bezugszeichen **84**. Es umfasst eine von einer Feder **86** beaufschlagte Membran **88**, welche von der Feder **86** gegen einen Sitz **90** beaufschlagt wird. Der Sitz **90** ist ringförmig ausgebildet und trennt einen radial innenliegenden und mit dem Einlasskanal **68** verbundenen Bereich von einem radial außenliegenden und mit dem Antriebsraum **62** verbundenen Bereich. Der Antriebsraum **62** und der Einlasskanal **68** sind in **Fig. 3** nur symbolisch dargestellt. Eine Entlüftungsleitung (ohne Bezugszeichen) ist ebenfalls dargestellt.

[0045] Beim Einsatz des in **Fig. 3** dargestellten Druckregelventils **84** wirkt sich eine Änderung des im Einlasskanal **68** herrschenden Vordrucks nur abgeschwächt auf den Druck im Antriebsraum **62** aus. Der Einflussfaktor kann über die Wahl der jeweils druckbeaufschlagten Flächen bestimmt werden.

[0046] In **Fig. 4** ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems **10** dargestellt. Bei diesem tragen solche Komponenten, Bereich, und Teile, welche äquivalente Funktionen zu Komponenten, Bereichen, und Teilen des in **Fig. 1** dargestellten Kraftstoffsystems aufweisen, die gleichen Bezugszeichen und sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0047] Die in **Fig. 4** eingesetzte Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** ist in **Fig. 6** im Detail dargestellt und wird weiter unten näher erläutert. Ein wesentlicher Unterschied des in **Fig. 4** dargestellten Kraftstoffsystems **10** zu dem von **Fig. 1** betrifft die Art der Druckbeaufschlagung des im Antriebsraum **62** vorhandenen Kraftstoffes. Während bei der in **Fig. 1** eingesetzten Hochdruck-Kraftstoffpumpe diese Druckbeaufschlagung allein durch den Leckagespalt zwischen Kolben und Zylinderbuchse erfolgt, wird bei dem in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiel zusätzlich der Absteuerkraftstoff des Drucksteuerventils **32** verwendet, mit dem der Druck in der Kraftstoff-Sammelleitung **28** eingestellt wird. Zu diesem Zweck führt von der Rücklaufleitung **34** eine Zweigleitung **92** zu dem Antriebsraum **62**.

[0048] In **Fig. 5** ist ein noch mal anderes Ausführungs-

rungsbeispiel eines Kraftstoffsystems **10** dargestellt. Auch bei ihm tragen solche Komponenten, Bereiche, und Teile, welche äquivalente Funktionen zu Komponenten, Bereichen, und Teilen des in **Fig. 1** oder in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0049] Ein wesentlicher Unterschied des in **Fig. 5** dargestellten Kraftstoffsystems **10** zu dem von **Fig. 4** betrifft die Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**. Diese ist daher in **Fig. 5** auch etwas detaillierter dargestellt. Damit die Fördermenge der Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** unabhängig von der Drehzahl der Antriebswelle **54** eingestellt werden kann, ist bei der in **Fig. 5** dargestellten Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** ein Mengensteuerventil **94** vorgesehen. Bei diesem handelt es sich um ein magnetisch betätigtes 2/2-Schaltventil, dessen Einlass mit einem Bereich stromaufwärts vom Auslassventil **74**, und dessen Auslass mit einem Bereich stromaufwärts vom Einlassventil **70** verbunden ist.

[0050] Das Mengensteuerventil **94** kann für einen bestimmten Zeitraum während eines Förderhubs des Kolbens **44** geöffnet werden, so dass während dieses Öffnungszeitraums der Kraftstoff nicht in die Kraftstoff-Sammelleitung **28**, sondern mit entsprechend hohem Druck zurück in die Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** gefördert wird. Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, ist ebenfalls eine Zweigleitung **92** vorgesehen, welche von der Auslassseite des Mengensteuerventils **94** zum Antriebsraum **62** führt und diesen somit mit Druck beaufschlagt.

[0051] Der Einfachheit wegen ist in der vorliegenden Zeichnung die Anordnung des Mengensteuerventils so dargestellt, wie es bei einer Einzylinderpumpe der Fall ist. Bei einer Mehrzylinderpumpe müsste der Eingang des Mengensteuerventils nach dem Auslassventil einmünden. Ausgehend von diesem Summenpunkt müsste dann noch ein weiteres Rückschlagventil zur Kraftstoff-Sammelleitung hin vorhanden sein.

[0052] Eine Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24**, wie sie bei dem in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsbeispiel eines Kraftstoffsystems **10** zum Einsatz kommen kann, ist in **Fig. 6** im Detail dargestellt. Die dortige Darstellung entspricht in wesentlichen Punkten der Hochdruck-Kraftstoffpumpe von **Fig. 2**. Daher tragen solche Komponenten, Bereiche, und Teile, welche die äquivalente Funktionen zu Komponenten, Bereichen, und Teilen der in **Fig. 2** dargestellten Hochdruck-Kraftstoffpumpe aufweisen, die gleichen Bezugszeichen und sind nicht nochmals im Detail erläutert.

[0053] Bei der in **Fig. 6** dargestellten Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** erfolgt die Befüllung des Förderraums **66** durch einen Einlasskanal **68**, welcher in Längsrichtung im Kolben **44** verläuft. Auch das Einlass-Rückschlagventil **70** ist im Kolben **44** angeordnet. Ferner ist der Antriebsraum **62** über einen Kanal **76** direkt mit der Niederdruck-Kraftstoffleitung

18 verbunden. Ein Hilfskanal **96** führt von der Rücklaufleitung und der Zweigleitung **92** des Drucksteuerventils ebenfalls in den Antriebsraum **62**.

[0054] Im Hilfskanal **96** ist ein Druckbegrenzungsventil **82** angeordnet. Von einem stromaufwärts vom Druckbegrenzungsventil **82** gelegenen Bereich des Hilfskanals **96** zweigt ein Kanal **98** ab, der in einen zwischen dem axialen Ende der Antriebswelle **54** und dem Gehäuse **38** gelegenen Raum (ohne Bezugszeichen) mündet. In der Antriebswelle **54** selbst ist ein von der axialen Endfläche ausgehender und bis zum Exzenterabschnitt **52** in Längsrichtung in der Antriebswelle **54** verlaufender Kanal **100** vorhanden.

[0055] Dieser mündet über zur Längsachse der Antriebswelle **54** radial verlaufende Stichkanäle in die Mantelfläche der Antriebswelle **54**, und zwar zum einen im Bereich des Lagers **58** und zum anderen im Bereich des Exzenterabschnitts **52** bzw. des Hubrings **50**. Da der Druck stromaufwärts vom Druckbegrenzungsventil **82** im Hilfskanal **96** vergleichsweise hoch ist (er wird ja durch das Absteuerfluid des Druckbegrenzungsventils **32** bereitgestellt), wird über die Kanäle **98** und **100** eine gute Schmierung der Lagerstellen auf der Mantelfläche der Antriebswelle **54** gewährleistet.

[0056] Wie aus **Fig. 6** ersichtlich ist, münden die radialen Stichkanäle in Schmiertaschen, welche in der Mantelfläche der Antriebswelle **54** vorhanden sind. Die Winkellage der Schmiertaschen im Bereich des Wellenlagers **58** ist diametral entgegengesetzt zur Winkellage der Schmiertasche im Bereich des Exzenterabschnitts **52**. Zur Vermeidung einer Axialkraft auf die Antriebswelle **54** kann der Kanal **98** auch in die Mantelfläche der Antriebswelle **54** münden und über eine Ringnut mit dem Kanal **100** in der Antriebswelle **54** verbunden sein.

[0057] Dadurch, dass bei der in **Fig. 6** dargestellten Hochdruck-Kraftstoffpumpe **24** der Antriebsraum **62** mit der Zweigleitung **92** der Rücklaufleitung vom Drucksteuerventil verbunden ist (vgl. **Fig. 4**), kann auf ein Rückschlagventil zwischen Antriebsraum **62** und Niederdruck-Kraftstoffleitung **18** verzichtet werden. Dennoch wird eine schnelle Beaufschlagung des im Antriebsraum **62** befindlichen Kraftstoffs sichergestellt und gleichzeitig wird auch für eine intensive Spülung im Antriebsraum **62** gesorgt. Der gleiche Effekt wird erzielt, wenn die Zweigleitung **92** mit dem Auslass des Mengensteuerventils verbunden ist (vgl. **Fig. 5**).

Patentansprüche

1. Kraftstoffsystem (**10**) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Niederdruckbereich (**18**), einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe (**24**), und einem Hochdruckbereich (**26**, **28**), wobei die Hochdruck-Kraftstoffpumpe (**24**) umfasst: ein Gehäuse (**38**, **42**), mindestens ein bewegliches Förderelement (**44**), welches einen Förderraum (**66**) begrenzt, mindestens einen Antrieb (**54**), welcher das Förderelement (**44**) in

Bewegung versetzen kann, einen Antriebsraum (62), in welchem der Antrieb (54) wenigstens teilweise angeordnet ist, und eine Schmiermittel-Versorgungseinrichtung (45; 92, 96) zur Versorgung beweglicher Teile mit Kraftstoff als Schmiermittel, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung (45; 92, 96) der Antriebsraum (62) mit einem Druck beaufschlagt werden kann, der höher ist als der Druck im Niederdruckbereich (18).

2. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsraum (62) fluidisch zum Niederdruckbereich (18) hin abgeschlossen ist.

3. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Leckagespalt (45) vom Förderraum (66) zum Antriebsraum (62) hin umfasst.

4. Kraftstoffsystem (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Leckagespalt (45) zwischen Förderelement (44) und Gehäuse (42) angeordnet ist.

5. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Hochdruckbereich (26, 28) ein Drucksteuerventil (32) angeordnet ist, und dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Strömungsweg (92) umfasst, welcher den Antriebsraum (62) mit einem Auslass des Drucksteuerventils (32) verbindet.

6. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Mengensteuerventil (94) umfasst, mit dem eine Hochdruckseite der Hochdruck-Kraftstoffpumpe (24) zeitweise mit dem Niederdruckbereich (18) verbunden werden kann, und dass die Schmiermittel-Versorgungseinrichtung einen Strömungsweg (92) umfasst, welcher den Antriebsraum (62) mit einem Auslass des Mengensteuerventils (94) verbindet.

7. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Strömungsweg (76) vorhanden ist, welcher den Antriebsraum (62) mit dem Niederdruckbereich (18) verbinden kann, und dass in diesem Strömungsweg (76) ein Rückschlagventil (78) vorhanden ist, welches zum Niederdruckbereich (18) hin sperrt.

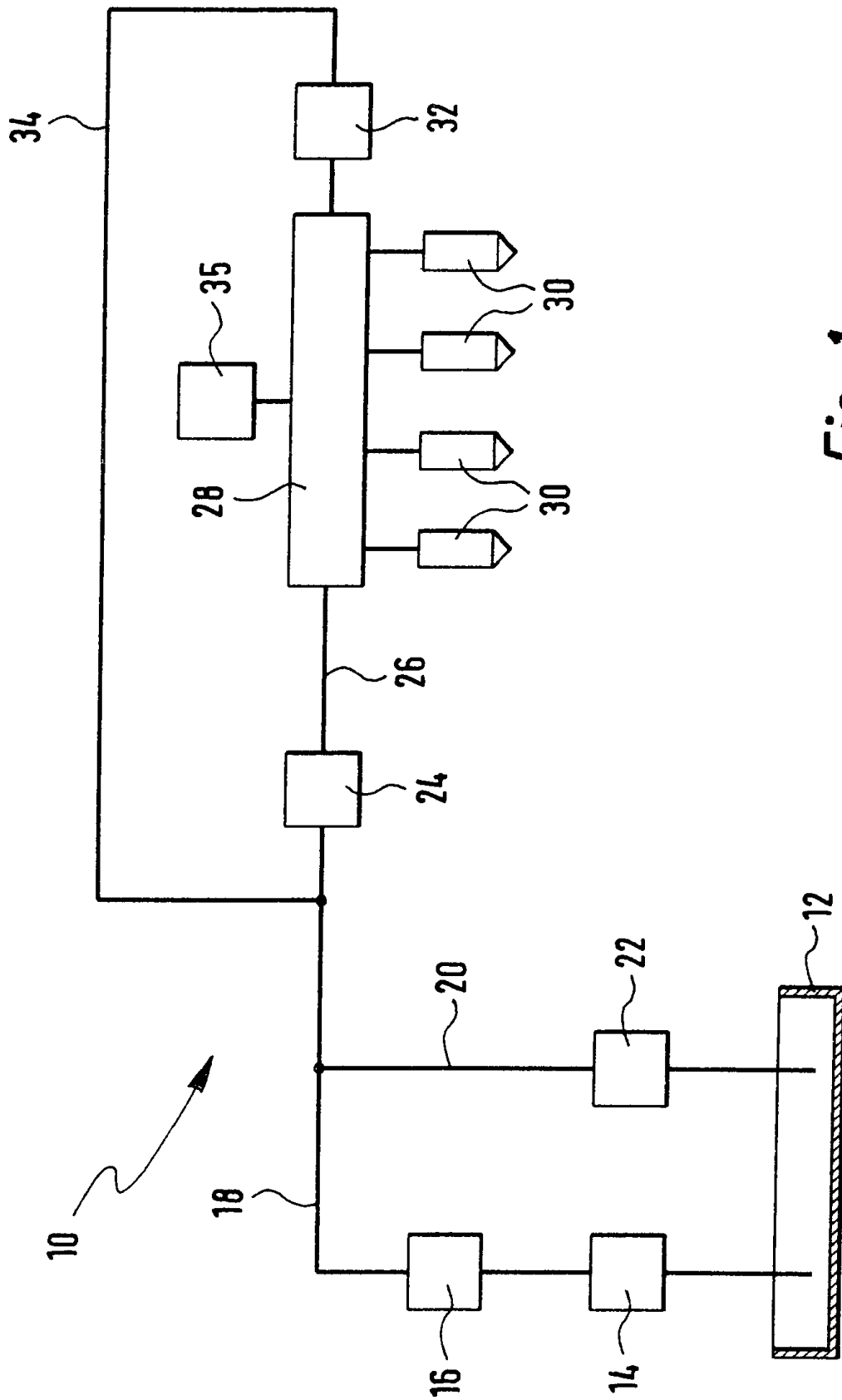
8. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Druckbegrenzungsventil (82) umfasst, welches den Druck im Antriebsraum (62) auf einen gewünschten Differenzdruck begrenzt.

9. Kraftstoffsystem (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Druckregelventil (84) umfasst, durch welches der Druck im Antriebsraum (62) auf einen gewünschten Druck eingestellt werden kann.

10. Kraftstoffsystem (10) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslassseite des Druckbegrenzungsventils (82) und/oder des Druckregelventils (84) mit dem Niederdruckbereich (18) verbunden sind/ist.

11. Kraftstoffsystem (10) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Hochdruckbereich (26) und einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe (24), welche ein Gehäuse (38, 42) und mindestens ein bewegliches Förderelement (44) umfasst, wobei zwischen mindestens zwei relativ zueinander beweglichen Teilen (50, 52, 54, 58) der Hochdruck-Kraftstoffpumpe (24) eine hydrostatische Lagerung vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die hydrostatische Lagerung an den Auslass eines Drucksteuerventils (32) angeschlossen ist, welches im Hochdruckbereich (28) angeordnet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

*Fig. 1*

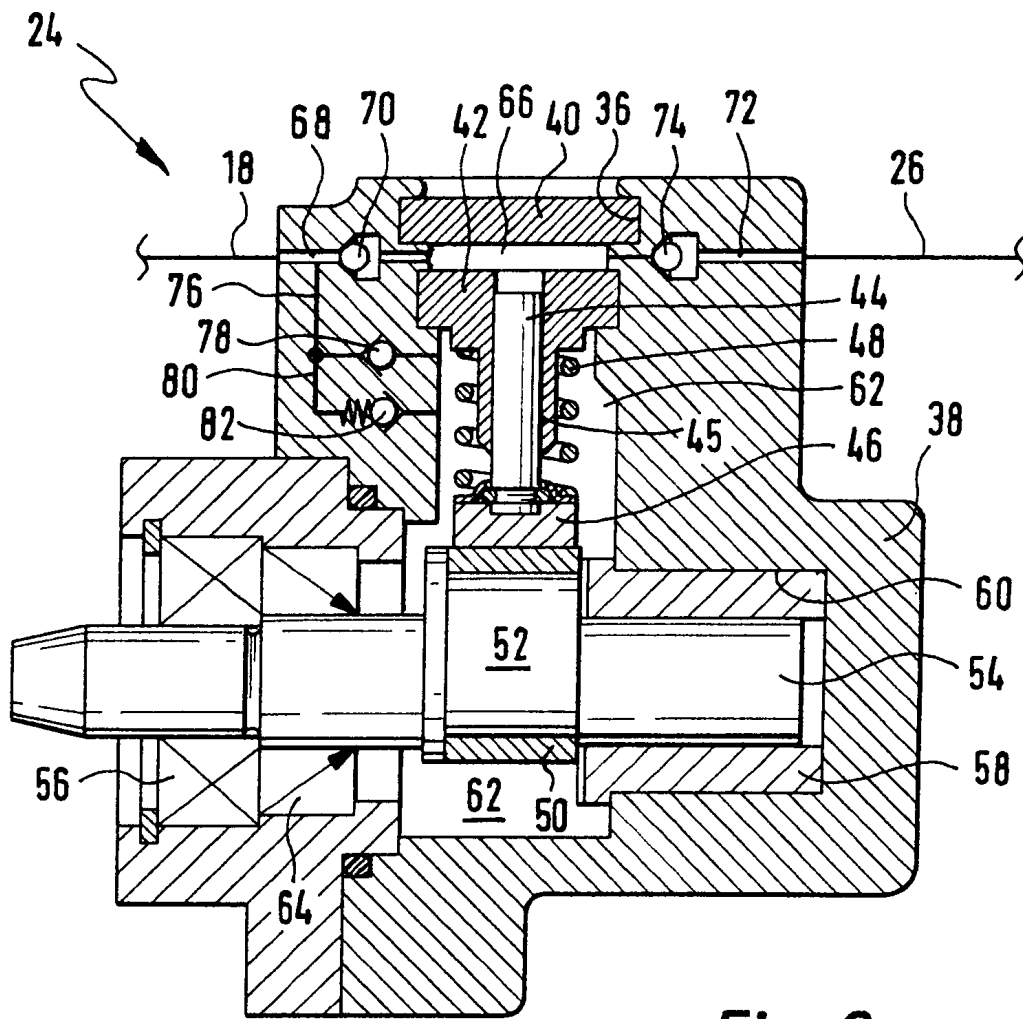


Fig. 2

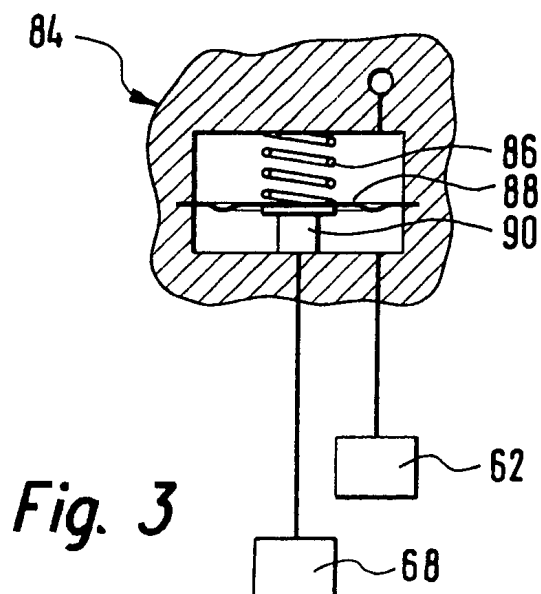


Fig. 3

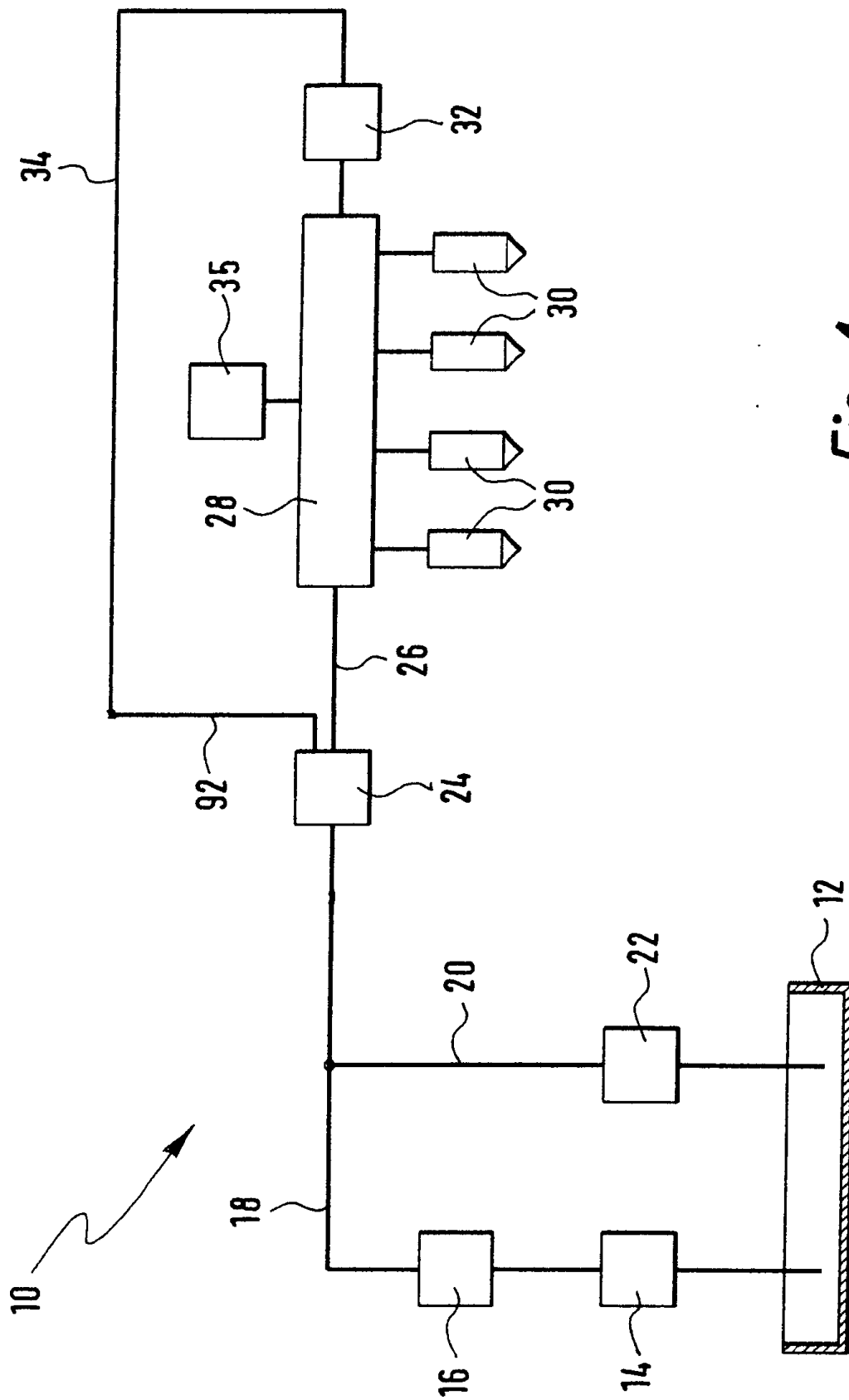


Fig. 4

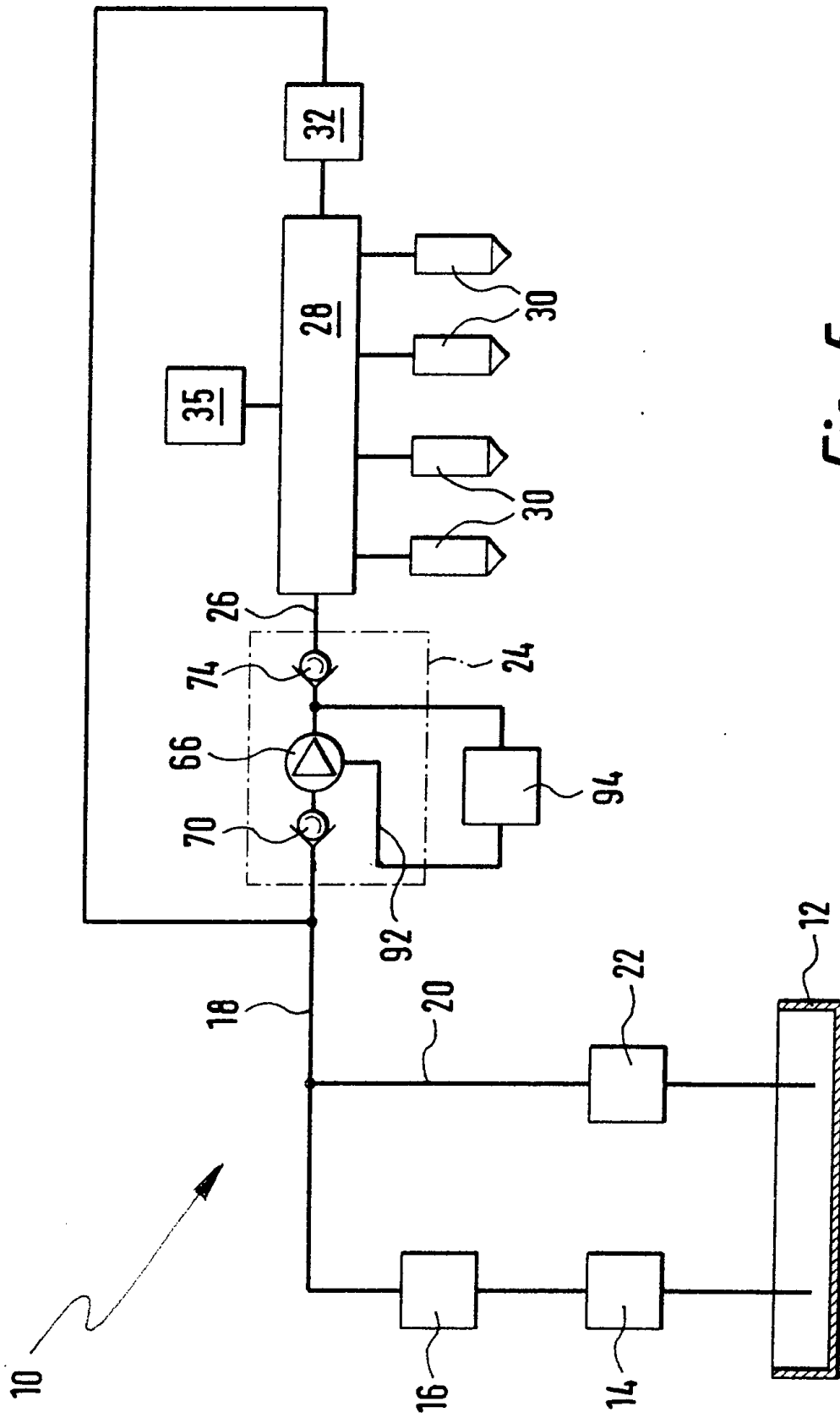


Fig. 5

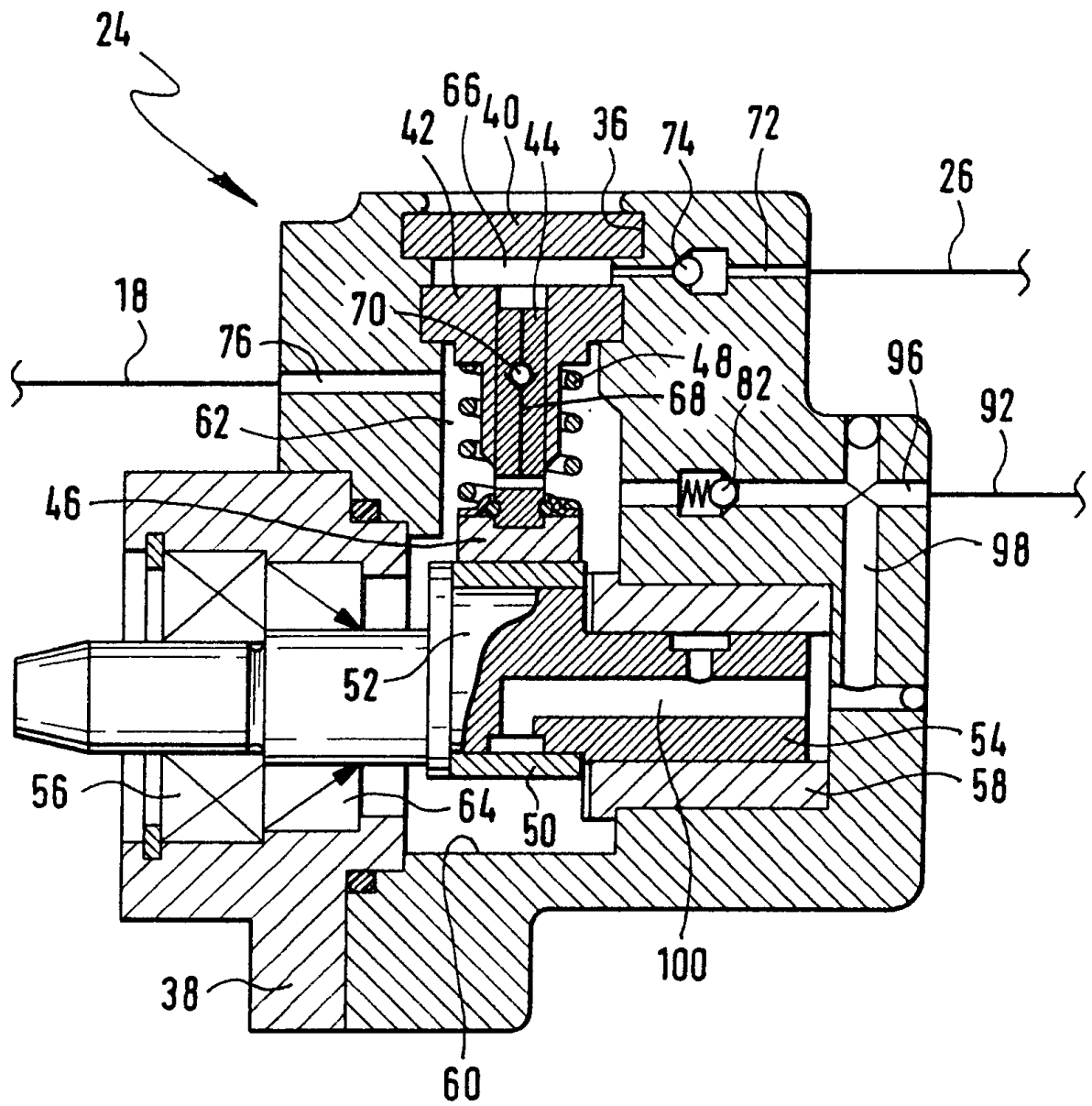


Fig. 6