



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.02.2002 Patentblatt 2002/08

(51) Int Cl.7: **F02M 37/00, F02M 37/20**

(21) Anmeldenummer: **01117817.5**

(22) Anmeldetag: **21.07.2001**

(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

- **Gmelin, Karl**
74223 Flein (DE)
- **Goldschmitt, Volkmar**
71679 Asperg (DE)
- **Wolber, Jens**
70839 Gerlingen (DE)
- **Schumacher, Mathias**
71679 Asperg (DE)
- **Schaut, Edmund**
71292 Frielzheim (DE)
- **Mueller, Uwe**
71282 Hemmingen (DE)
- **Amler, Markus**
71229 Leonberg (DE)

(30) Priorität: **16.08.2000 DE 10039773**

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

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

(54) **Kraftstoffversorgungsanlage**

(57) Bei Kraftstoffversorgungsanlagen mit zwei in Reihe geschalteten Pumpen und direkt in den Brennraum einspritzenden Kraftstoffventilen gab es bei höheren Temperaturen bisher häufig Probleme wegen ungenügender Förderwirkung der zweiten Kraftstoffpumpe.

Es wird nun vorgeschlagen, ein Absperrventil (30), das bei höherer Temperatur geschlossen wird, und eine

Spülleitung (60), durch die bei höherer Temperatur Kraftstoff zum Kraftstoffvorratsbehälter (2) geleitet wird, vorzusehen. Damit soll möglichst viel Wärmeenergie aus der zweiten Kraftstoffpumpe (12) abgeführt und durch einen höheren Speisedruck soll der Bildung von Gasblasen entgegengewirkt werden.

Die Vorrichtung ist für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgesehen.

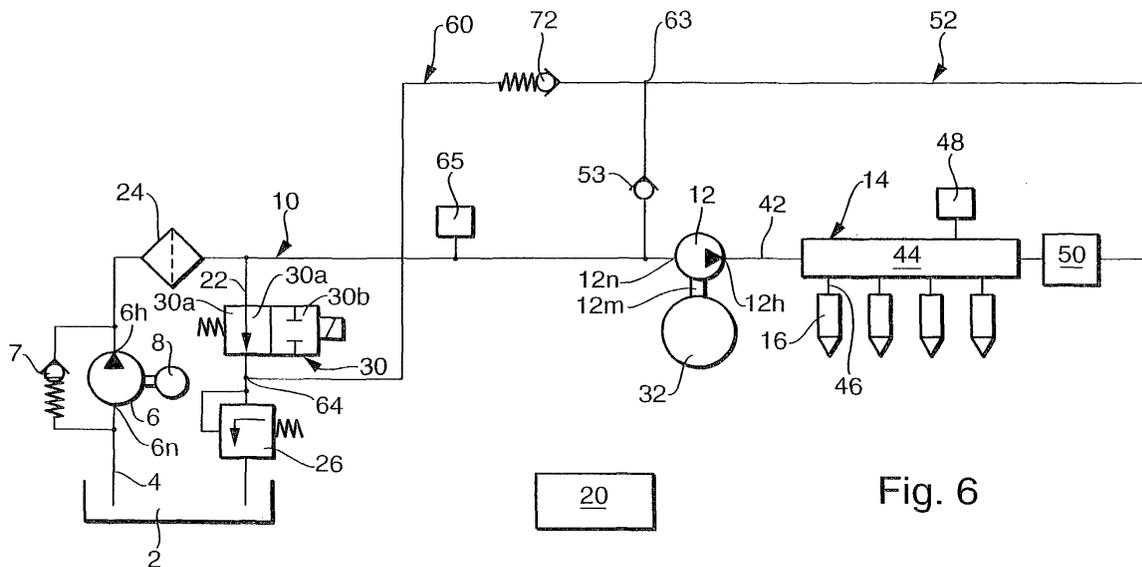


Fig. 6

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bisher gab es Kraftstoffversorgungsanlagen, bei denen eine erste Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstoffvorratsbehälter Kraftstoff über eine Kraftstoffverbindung zu einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert. Die zweite Kraftstoffpumpe ihrerseits fördert den Kraftstoff über eine Druckleitung zu mindestens einem Kraftstoffventil. Üblicherweise ist die Anzahl der Kraftstoffventile gleich der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffversorgungsanlage kann so gebaut sein, dass das Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Beim Betrieb dieser Kraftstoffversorgungsanlage ist ein hoher Druck in der zum Kraftstoffventil führenden Druckleitung erforderlich. Aus Sicherheitsgründen und wegen nie ganz auszuschließender Undichtheit des Kraftstoffventils in den Brennraum ist es zweckmäßig, nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine den Druck in der Kraftstoffverbindung und in der Druckleitung der Kraftstoffversorgungsanlage ganz oder zumindest weitgehend abzubauen.

[0003] Die deutsche Offenlegungsschrift DE 195 39 885 A1 zeigt eine Kraftstoffversorgungsanlage, bei der zum Starten der Brennkraftmaschine eine Ventileinrichtung dafür sorgt, dass während des Startvorgangs die erste Kraftstoffpumpe den Kraftstoff mit erhöhtem Speisedruck zu den Kraftstoffventilen 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 ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe in vielen Fällen so weit komprimiert werden, dass ein sicherer Betrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet ist. Trotzdem kann es insbesondere bei hohen Temperaturen während des Betriebs der Brennkraftmaschine und insbesondere auch, wenn die Brennkraftmaschine bei hoher Temperatur abgestellt wurde, weiterhin zu Problemen beim Starten und auch zu Problemen beim Betreiben der Brennkraftmaschine während hoher Temperaturen kommen. Wie jetzt festgestellt wurde, liegt dies offensichtlich daran, dass die Gasblase zwar durch den erhöhten Speisedruck weitgehend komprimiert, aber nicht ausreichend aus der Kraftstoffversorgungsanlage entfernt wird. Ferner wurde jetzt festgestellt, dass durch nicht ausreichende Wärmeabfuhr aus der Kraftstoffversorgungsanlage es Probleme bei hoher Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine geben kann.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bietet die vorteilhafte Möglichkeit, bei besonders hoher Wärmebelastung des Kraftstoffs in der Kraftstoffversorgungsanlage, insbesondere aber auch bei besonders hoher Wärmebelastung insbesondere der zweiten Kraftstoffpumpe, dafür zu sorgen, dass eine ausreichende Wärmeabfuhr aus den Leitungen der Kraftstoffversorgungsanlage erfolgt und dass keine Gasblasen innerhalb der Leitungen entstehen. Insbesondere wegen der Spülleitung kann Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter zurückgeleitet werden, was eine vorteilhafte Wärmeabfuhr ermöglicht. Aufgrund des schließbaren Absperrventils erfolgt das Abführen des Kraftstoffs über die Spülleitung bei erhöhtem Druck in der Kraftstoffverbindung zwischen den beiden Kraftstoffpumpen, so dass ein effektives Spülen gewährleistet ist und dass ferner gewährleistet ist, dass am Eingang zur zweiten Kraftstoffpumpe keine Gasblasen bzw. Dampfblasen auftreten. Dadurch wird auf vorteilhafte Weise zuverlässig ein Leistungsabfall insbesondere der zweiten Kraftstoffpumpe auch bei hoher Temperatur zuverlässig verhindert und auch bei hoher Temperatur ist ein zuverlässiges Starten der Brennkraftmaschine gewährleistet.

[0005] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Kraftstoffversorgungsanlage nach dem Anspruch 1 möglich.

Zeichnung

[0006] Ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel, die Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel, die Figur 3 ein drittes Ausführungsbeispiel, die Figur 4 eine Einzelheit, die Figur 5 ein viertes Ausführungsbeispiel, die Figur 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel, die Figur 7 ein sechstes Ausführungsbeispiel, die Figur 8 ein siebtes Ausführungsbeispiel, die Figur 9 ein achttes Ausführungsbeispiel, die Figur 10 eine Detailansicht, die Figur 11 ein neuntes Ausführungsbeispiel und die Figur 12 ein zehntes Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0007] Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zum Zumessen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine kann bei verschiedenen Arten von Brennkraftmaschinen verwendet werden. Entsprechendes gilt auch für das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Ottomotor mit äußerer

oder innerer Gemischbildung und Fremdzündung, wobei der Motor mit einem hin- und hergehenden Kolben (Hubkolbenmotor) oder mit einem drehbar gelagerten Kolben (Wankel-Kolben-Motor) versehen sein kann. Die Brennkraftmaschine kann beispielsweise auch ein Hybridmotor sein. Bei diesem Motor mit Ladungsschichtung wird das Kraftstoff-Luftgemisch im Bereich der Zündkerze so weit angereichert, dass eine sichere Entflammung garantiert ist, die Verbrennung im Mittel aber bei stark abgemagertem Gemisch stattfindet.

[0008] Der Gaswechsel im Brennraum der Brennkraftmaschine kann beispielsweise nach dem Viertaktverfahren oder nach dem Zweitaktverfahren erfolgen. Zur Steuerung des Gaswechsels im Brennraum der Brennkraftmaschine können in bekannter Weise Gaswechselventile (Einlassventile und Auslassventile) vorgesehen sein. Die Brennkraftmaschine kann so ausgebildet sein, dass mindestens ein Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Die Steuerung der Leistung der Brennkraftmaschine erfolgt vorzugsweise durch Steuerung der dem Brennraum zugeführten Menge an Kraftstoff. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass das Kraftstoffventil den Kraftstoff am Einlassventil zum Brennraum vorlagert. Bei dieser Ausführung wird die für die Verbrennung des Kraftstoffs dem Brennraum zugeführte Luft üblicherweise mit einer Drosselklappe gesteuert. Über die Stellung der Drosselklappe kann die von der Brennkraftmaschine abzugebende Leistung gesteuert werden.

[0009] Die Brennkraftmaschine besitzt beispielsweise einen Zylinder mit einem Kolben, oder sie kann mit mehreren Zylindern und mit einer dementsprechenden Anzahl Kolben versehen sein. Vorzugsweise ist je Zylinder je ein Kraftstoffventil vorgesehen.

[0010] Um den Umfang der Beschreibung nicht unnötig umfangreich ausfallen zu lassen, beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele auf einen Hubkolbenmotor mit vier Zylindern als Brennkraftmaschine, wobei die vier Kraftstoffventile den Kraftstoff, üblicherweise Benzin, direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinspritzen. Die Leistung der Brennkraftmaschine wird über Steuerung der eingespritzten Kraftstoffmenge gesteuert. Bei Leerlauf und (unterer) Teillast erfolgt eine Ladungsschichtung mit Kraftstoffanreicherung im Bereich der Zündkerze. Außerhalb dieses Bereichs ist das Gemisch sehr mager. Bei Vollast bzw. oberer Teillast wird eine homogene Verteilung zwischen Kraftstoff und Luft im Brennraum angestrebt.

[0011] Die **Figur 1** zeigt einen Kraftstoffvorratsbehälter 2, eine Saugleitung 4, eine erste Kraftstoffpumpe 6, ein Überdruckventil 7, einen Elektromotor 8, eine Kraftstoffverbindung 10, eine zweite Kraftstoffpumpe 12, eine Druckleitung 14, vier Kraftstoffventile 16 und eine Steuerungseinrichtung 20. Die Kraftstoffventile 16 werden in Fachkreisen häufig als Einspritzventile oder Injektoren bezeichnet.

[0012] Die erste Kraftstoffpumpe 6 besitzt eine Druckseite 6h und eine Saugseite 6n. Die zweite Kraftstoffpumpe 12 hat eine Hochdruckseite 12h und eine Niederdruckseite 12n. Die Kraftstoffverbindung 10 führt von der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 zur Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12. Von der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 führt ein Kanal zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. In diesem Kanal ist das Überdruckventil 7 vorgesehen.

[0013] Aus der Kraftstoffverbindung 10 zweigt eine Kraftstoffleitung 22 ab. Über die Kraftstoffleitung 22 kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet werden. Im Verlauf der Kraftstoffverbindung 10, zwischen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und der zweiten Kraftstoffpumpe 12, gibt es einen Filter 24.

[0014] In der Kraftstoffleitung 22 ist ein Druckregelventil 26 und ein Absperrventil 30 vorgesehen. Das Druckregelventil 26 und das Absperrventil 30 sind wirkungsmäßig hintereinander geschaltet. Das heißt, das Druckregelventil 26 und das Absperrventil 30 befinden sich schaltungsmäßig in Reihe. Das Druckregelventil 26 und die Ventileinrichtung 30 können auch kompakt zusammen in einem gemeinsamen Gehäuse realisiert sein.

[0015] Das Absperrventil 30 hat eine erste Schaltstellung 30a und eine zweite Schaltstellung 30b. In der ersten Schaltstellung 30a kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch die Kraftstoffleitung 22 über das Druckregelventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömen. In dieser Schaltstellung bestimmt das Druckregelventil 26 unmittelbar den Speisedruck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10. Befindet sich das Absperrventil 30 in seiner zweiten Schaltstellung 30b, dann kann der Kraftstoff nicht unmittelbar aus der Kraftstoffverbindung 10 zum Druckregelventil 26 strömen.

[0016] Die erste Kraftstoffpumpe 6 wird von dem Elektromotor 8 angetrieben. Die erste Kraftstoffpumpe 6, das Überdruckventil 7, der Elektromotor 8, der Filter 24, das Druckregelventil 26 und das Absperrventil 30 befinden sich im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2. Diese Teile sind vorzugsweise außen am Kraftstoffvorratsbehälter 2 angeordnet oder befinden sich innerhalb des Kraftstoffvorratsbehälters 2.

[0017] Über mechanische Übertragungsmittel 12m ist die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch mit einer Abtriebswelle einer symbolhaft dargestellten Brennkraftmaschine 32 gekoppelt. Die Nockenwelle der Brennkraftmaschine 32 dient als Abtriebswelle. Da die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch an die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine 32 gekoppelt ist, arbeitet die zweite Kraftstoffpumpe 12 proportional zur Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine 32. Weil die zweite Kraftstoffpumpe 12 räumlich eng an das Gehäuse der Brennkraftmaschine 32 angeflanscht ist, wird eine starke Erwärmung der Brennkraftmaschine 32 auf die zweite Kraftstoffpumpe 12 übertragen, was eine relativ hohe Wärmebelastung des Kraftstoffs in der Kraft-

stoffversorgungsanlage verursacht.

[0018] Die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 zu den Kraftstoffventilen 16 führende Druckleitung 14 kann vereinfachend unterteilt werden in einen Leitungsabschnitt 42, einen Speicherraum 44 und in mehrere Verteilleitungen 46. Die Kraftstoffventile 16 sind über je eine Verteilleitung 46 an den Speicherraum 44 angeschlossen. Ein Drucksensor 48 ist an den Speicherraum 44 angeschlossen und sensiert den jeweiligen Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14. Entsprechend diesem Druck gibt der Drucksensor 48 ein elektrisches Signal an die Steuerungseinrichtung 20.

[0019] An den Speicherraum 44 der Druckleitung 14 ist ein durch die Steuerungseinrichtung 20 elektrisch steuerbares Steuerventil 50 angeschlossen. Je nach Ansteuerung des Steuerventils 50 wird Kraftstoff aus der Druckleitung 14 über eine Umlaufleitung 52 auf die Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 geleitet. Zwischen dem Steuerventil 50 und der Niederdruckseite 12n ist ein hydraulisches Widerstandselement angeordnet. Das Widerstandselement ist ein Rückschlagventil 53, das in Richtung zur Kraftstoffverbindung 10 bereits bei sehr geringer Druckdifferenz öffnet.

[0020] Bei der ersten Kraftstoffpumpe 6 handelt es sich beispielsweise um eine vom Elektromotor 8 angetriebene Verdrängerpumpe, die bauartbedingt je Umdrehung eine bestimmte Menge Kraftstoff fördert. Der Druck des Kraftstoffs auf der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird nachfolgend als Speisedruck bezeichnet. Bei geöffnetem Absperrventil 30 bestimmt das Druckregelventil 26 die Höhe des Speisedrucks in der Kraftstoffverbindung 10. Das Druckregelventil 26 ist beispielsweise auf einen Differenzdruck von 3 bar eingestellt. Also beträgt der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 bei geöffnetem Absperrventil 30 drei bar (3 bar).

[0021] Eine Spülleitung 60 führt von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Innerhalb des Pumpengehäuses 12g ist die Spülleitung 60 mit der Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12 verbunden, wie in der Figur 4 erkennbar. Im Verlauf der Spülleitung 60 gibt es einen hydraulischen Widerstand. Der hydraulische Widerstand wird gebildet von einem ersten Überströmventil 61 und einem zweiten Überströmventil 62. Im Verlauf der Umlaufleitung 52 gibt es eine Abzweigung 63. An der Abzweigung 63 zweigt die Spülleitung 60 aus der Umlaufleitung 52 ab. Beim in der Figur 1 dargestellten, besonders vorteilhaften und deshalb bevorzugt ausgewählten Ausführungsbeispiel mündet die Spülleitung 60 an einer Einmündung 64 zwischen dem Absperrventil 30 und dem Druckregelventil 26 in die Kraftstoffleitung 22. Das erste Überströmventil 61 ist auf einen relativ niedrigen Differenzdruck, vorzugsweise auf 1 bar, eingestellt. Auch das zweite Überströmventil 62 ist auf einen relativ niedrigen Differenzdruck, vorzugsweise auf 1 bar, eingestellt. Weil der eingestellte Differenzdruck an den beiden Überströmven-

tilen 61, 62 jeweils ziemlich niedrig gewählt werden kann, kann für die Überströmventile 61, 62 vorteilhafterweise eine ziemlich einfach herstellbare Bauart gewählt werden, ohne dass sich dadurch starke Streuungen beim eingestellten Differenzdruck ergeben würden.

[0022] Die erste Kraftstoffpumpe 6 fördert üblicherweise etwas mehr Kraftstoff in die Kraftstoffverbindung 10 als von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 aus der Kraftstoffverbindung 10 abgenommen wird. Im normalen Betriebszustand strömt der überschüssige Kraftstoff durch das normalerweise geöffnete Absperrventil 30 und durch das Druckregelventil 26, so dass in der Kraftstoffverbindung 10 der sich aufgrund des Differenzdrucks am Druckregelventil 26 einstellende Speisedruck ergibt.

[0023] Wenn ein Sensor 65 feststellt, dass eine besonders hohe Temperatur herrscht, dann wird ein entsprechendes Signal an die Steuerungseinrichtung 20 geliefert. Die Steuerungseinrichtung 20 schaltet dann das Absperrventil 30 in die zweite Schaltstellung 30b, in der die direkte Verbindung von der Kraftstoffverbindung 10 zum Druckregelventil 26 unterbrochen ist. Bei geschlossenem Absperrventil 30 strömt der überschüssige, von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 aus der Kraftstoffverbindung 10 nicht abgenommene Kraftstoff durch das Pumpengehäuse 12g der zweiten Kraftstoffpumpe 12, durch das erste Überströmventil 61, durch das zweite Überströmventil 62 und durch das Druckregelventil 26 zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Dadurch ergibt sich bei geschlossenem Absperrventil 30 in der Kraftstoffverbindung 10 ein Speisedruck, der der Summe der Differenzdrücke der Ventile 61, 62 und 26 entspricht. Bei dem ausgewählten Ausführungsbeispiel ist das Überdruckventil 7 beispielsweise auf einen Druck eingestellt, der höher ist als die Summe der Differenzdrücke der Ventile 61, 62 und 26.

[0024] Weil die Spülleitung 60 durch das Pumpengehäuse 12g der zweiten Kraftstoffpumpe 12 führt, kann durch den durch die Spülleitung 60 strömenden Kraftstoff Wärmeenergie aus der zweiten Kraftstoffpumpe 12 abgeführt werden, wodurch eine zu hohe Temperatur des Kraftstoffs im Bereich der Kraftstoffverbindung 10 und im Bereich der zweiten Kraftstoffpumpe 12 vermieden wird. Dadurch, dass der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 bei geschlossenem Absperrventil 30 höher ist als der Speisedruck im normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 32, ist sichergestellt, dass auch eine ungewöhnlich hohe Temperatur nicht zu Gasblasen in der Kraftstoffverbindung 10 führt, wodurch auch bei hoher Wärmebelastung keine Verschlechterung des Wirkungsgrads der Kraftstoffpumpe 12 befürchtet werden muß. Weil der erhöhte Speisedruck nur bei ziemlich hoher Temperatur, also üblicherweise nur relativ kurzzeitig, eingestellt wird, ergibt dies keine merkbare Verkürzung der Haltbarkeit der relativ preisgünstig herstellbaren ersten Kraftstoffpumpe 6.

[0025] Weil die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 in die Druckleitung 14 überschüssig geförderte Menge, die von den Kraftstoffventilen 16 nicht abgenommen wird,

und die von dem Steuerventil 50 aus dem Speicherraum 44 abgesteuert wird, über die Umlaufleitung 52 durch das Rückschlagventil 53 unmittelbar zur Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 geführt wird, werden unnötige Wege für den Kreislauf des Kraftstoffs vermieden und im normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird aus dem Bereich der Druckleitung 14 kein erwärmter Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 geführt, wodurch bei normaler Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine 32 eine unnötige Erwärmung des Kraftstoffs in dem Kraftstoffvorratsbehälter 2 vermieden wird.

[0026] Die Kraftstoffpumpe 12 hat ein in der Zeichnung mit gestrichelten Linien angedeutetes Pumpengehäuse 12g. Die Überströmventile 61, 62, das Rückschlagventil 53, die Abzweigung 63 und der Sensor 65 sind vorzugsweise innerhalb des Pumpengehäuse 12g vorgesehen.

[0027] Der Sensor 65 ist beispielsweise ein Temperaturfühler und er kann beispielsweise direkt im Pumpengehäuse 12g oder im Bereich der Druckleitung 14 angeordnet sein. Zur Messung der Temperatur kann anstatt dem Sensor 65 beispielsweise auch die Wassertemperatur des Kühlwassers der Brennkraftmaschine 32 herangezogen werden.

[0028] Die **Figur 2** zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0029] In allen Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen. Sofern nichts Gegenteiliges erwähnt beziehungsweise in der Zeichnung dargestellt ist, gilt das anhand eines der Figuren Erwähnte und Dargestellte auch bei den anderen Ausführungsbeispielen. Sofern sich aus den Erläuterungen nichts anderes ergibt, sind die Einzelheiten der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombinierbar.

[0030] Im Unterschied zur **Figur 1** ist die Spülleitung 60 bei dem in der **Figur 2** dargestellten Ausführungsbeispiel stromabwärts hinter dem zweiten Überströmventil 62 direkt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 geführt. Um bei geschlossenem Absperrventil 30 einen gleich hohen Speisedruck zu erhalten, wie anhand der **Figur 1** erläutert, wird der Differenzdruck des zweiten Überströmventils 62 nicht auf beispielsweise 1 bar wie beim ersten Ausführungsbeispiel, sondern beispielsweise auf 5 bar eingestellt.

[0031] Bei den in den **Figuren 1** und **2** gezeigten Ausführungsbeispielen ist ein Zwischenstück der Spülleitung 60 zwischen dem ersten Überströmventil 61 und dem zweiten Überströmventil 62 zusammengeführt mit einem Zwischenstück der Umlaufleitung 52 zwischen dem Steuerventil 50 und dem Rückschlagventil 53. Dadurch wird ein effektives Spülen sowohl der Kraftstoffverbindung 10 als auch des Gehäuses 12g der zweiten Kraftstoffpumpe 12 als auch ein Spülen und damit eine Wärmeabfuhr aus der Umlaufleitung 52 erreicht.

[0032] Die **Figur 3** zeigt ein weiteres, bevorzugtes

ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0033] Bei dem in der **Figur 3** gezeigten Ausführungsbeispiel gelangt der Kraftstoff von der Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12, über ein Überströmventil 66, durch die Spülleitung 60 und über das Druckregelventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Das Überströmventil 66 bildet einen hydraulischen Widerstand in der Spülleitung 60.

[0034] Im Unterschied zu den in den **Figuren 1** und **2** dargestellten Ausführungsbeispielen ist in der **Figur 3** die Spülleitung 60 stromabwärts hinter dem Überströmventil 66 nicht mit der Umlaufleitung 52 zusammengeführt. Dadurch erhält man den Vorteil, dass weniger Ventile erforderlich sind. Trotzdem wird auch bei dem in der **Figur 3** gezeigten Ausführungsbeispiel zumindest eine indirekte Entlüftung der Umlaufleitung 52 über das Rückschlagventil 53, über die Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12 und über die Spülleitung 60 mit dem Überströmventil 66 möglich.

[0035] Um bei dem in der **Figur 3** dargestellten Ausführungsbeispiel die gleichen Druckverhältnisse zu erhalten wie bei den anhand der **Figuren 1** und **2** erläuterten Ausführungsbeispielen, wird bei der **Figur 3** der Differenzdruck des Überströmventils 66 beispielsweise auf 2 bar eingestellt.

[0036] Bei den in den **Figuren 1** bis **3** dargestellten Ausführungsbeispielen kann im Prinzip auf das Überdruckventil 7 verzichtet werden. Es wird jedoch vorgeschlagen, auch bei diesen Ausführungsbeispielen das Überdruckventil 7 als Schutz bei eventuell verstopftem Filter 24 trotzdem vorzusehen.

[0037] Die **Figur 4** zeigt einen Längsschnitt durch die zweite Kraftstoffpumpe 12.

[0038] Die Kraftstoffpumpe 12 hat mindestens einen Pumpenkolben 12p. Vorzugsweise hat die Kraftstoffpumpe 12 drei Pumpenkolben 12p, von denen der besseren Übersichtlichkeit wegen nur einer dargestellt ist. Der Kraftstoff gelangt über die Kraftstoffverbindung 10 in das Innere des Pumpengehäuses 12g. Im Pumpengehäuse 12g befindet sich die Niederdruckseite 12n und der mindestens eine Pumpenkolben 12p. Der Pumpenkolben 12p ist also vom Kraftstoff umgeben, wobei der Kraftstoff den gleichen Speisedruck hat wie in der Kraftstoffverbindung 10. An der höchsten Stelle des Inneren des Gehäuses 12g der Kraftstoffpumpe 12 zweigt die Spülleitung 60 ab. Dadurch wird erreicht, dass die sich an der höchsten Stelle im Pumpengehäuse 12g ansammelnde Luft durch die Spülleitung 60 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 abgeführt wird.

[0039] Die **Figur 5** zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0040] Unmittelbar stromabwärts hinter der ersten Kraftstoffpumpe 6 zweigt auf der Druckseite 6h der Kraftstoffpumpe 6 der in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 führende Kanal ab. Innerhalb des Kanals gibt es das Überdruckventil 7. Das Überdruckventil 7 ist beispiels-

weise auf 8 bar eingestellt. Das Überdruckventil 7 befindet sich, in Strömungsrichtung betrachtet, noch vor dem Filter 24, um sicherzustellen, dass eine Verstopfung an irgend einer Stelle zu keinem unzulässigen Überdruck in der Kraftstoffpumpe 6 führt.

[0041] Zwischen dem Steuerventil 50 und dem Rückschlagventil 53 befindet sich die Abzweigung 63, an der die Spülleitung 60 aus der Umlaufleitung 52 abzweigt. Im Verlauf der Spülleitung 60 ist ein hydraulischer Widerstand vorgesehen. Der hydraulische Widerstand wird von einer Drossel 70 gebildet.

[0042] Das Rückschlagventil 53 hat eine Vorspannfeder. Der Vorspanndruck des Rückschlagventils 53 ist auf den Durchflusswiderstand der Drossel 70 abgestimmt, und zwar so, dass auch dann, wenn das Absperrventil 30 in seiner geöffneten Schaltstellung 30a steht, aus der Umlaufleitung 52 ständig eine gewünschte Menge des Kraftstoffs über die Spülleitung 60 und durch das Druckregelventil 26 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömt.

[0043] Wenn das Absperrventil 30 in seiner geschlossenen Schaltstellung 30b steht, dann strömt der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderte, aber von den Kraftstoffventilen 16 nicht abgenommene überschüssige Kraftstoff durch das Überdruckventil 7 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2, und ein Teil des überschüssig geförderten Kraftstoffs strömt durch die Drossel 70 und durch das Druckregelventil 26 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2. Weil der Druck am Überdruckventil 7 höher eingestellt ist als der Differenzdruck am Druckregelventil 26 und weil der durch die Spülleitung 60 strömende Kraftstoff zusätzlich an der Drossel 70 angestaut wird, ergibt sich in der Kraftstoffverbindung 10 bei geschlossenem Absperrventil 30 ein Speisedruck, der deutlich höher ist als der im normalen Betriebszustand bei geöffnetem Absperrventil 30 auftretende Speisedruck. Dadurch erreicht man eine zuverlässige Komprimierung eventuell in der Kraftstoffverbindung 10 bzw. in der Kraftstoffpumpe 12 auftretender Gasblasen, und man erreicht ein Spülen eines Teils des Kraftstoffs aus der Umlaufleitung 52 zurück zum Kraftstoffvorratsbehälter 2. Dadurch wird eine zusätzliche Abfuhr von unerwünschter, in der Kraftstoffversorgungsanlage auftretender Wärmeenergie erreicht. Durch Einstellen des Vorspanndrucks des Rückschlagventils 53 über die Feder kann der Anteil des Kraftstoffs, der direkt aus der Umlaufleitung 52 zur Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12 strömt und der durch die Spülleitung 60 zurück zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömende Anteil des Kraftstoffs aufeinander abgestimmt werden.

[0044] Bei dem in der Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel sorgt die Drossel 70 dafür, dass ein gewisser Anteil des Kraftstoffs, wobei dieser Anteil durch entsprechend eingestellte Vorspannung beim Rückschlagventil 53 gewählt werden kann, auch im Normalbetrieb ständig aus der Umlaufleitung 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet wird.

[0045] Die Figur 6 zeigt ein weiteres, bevorzugt aus-

gewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0046] Abweichend zur Figur 5 wird bei dem in der Figur 6 gezeigten Ausführungsbeispiel der hydraulische Widerstand in der Spülleitung 60 von einem in der Spülleitung 60 vorgesehenen Überströmventil 72 gebildet. Das Überströmventil 72 ist beispielsweise so eingestellt, dass es bei einem anstehenden Differenzdruck von 2 bar öffnet. Das Rückschlagventil 53 ist so eingestellt, dass es beispielsweise bereits bei sehr geringem Differenzdruck öffnet. Dadurch wird erreicht, dass im normalen Betriebszustand der Kraftstoffversorgungsanlage, das heißt, wenn das Absperrventil 30 in seiner geöffneten Schaltstellung 30a steht, der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 vom Druckregelventil 26 bestimmt wird, und der von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 geförderte und nicht von den Kraftstoffventilen 16 abgenommene Kraftstoff strömt auf kurzem Wege von der Hochdruckseite 12h über das Steuerventil 50, durch die Umlaufleitung 52 und über das Rückschlagventil 53 auf die Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12. Dabei sorgt das vorgespannte Überströmventil 72 dafür, dass kein Kraftstoff aus der Umlaufleitung 52 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt. Dadurch wird erreicht, dass im normalen Betriebszustand der Kraftstoffversorgungsanlage die Temperatur des Kraftstoffs im Kraftstoffvorratsbehälter 2 so niedrig wie möglich gehalten wird.

[0047] Um ein Spülen zu erreichen, wird das Absperrventil 30 in die geschlossene Schaltstellung 30b geschaltet. Dadurch steigt der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 bis maximal zum am Überdruckventil 7 eingestellten Druck, und aufgrund dieses erhöhten Speisedrucks wird der Vorspanndruck des Überströmventils 72 überschritten, und es strömt Kraftstoff aus der Umlaufleitung 52, über das Überströmventil 72 und über das Druckregelventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2.

[0048] Die Figur 7 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0049] Abweichend zu dem in der Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel hat das in der Figur 7 symbolhaft wiedergegebene Ausführungsbeispiel im Verlauf der Umlaufleitung 52 ein weiteres hydraulisches Widerstandselement. Das weitere Widerstandselement ist eine Drossel 74. Die Drossel 74 befindet sich hydraulisch in Reihe zu dem Rückschlagventil 53. In Strömungsrichtung betrachtet, kann sich die Drossel 74 vor oder hinter dem Rückschlagventil 53 befinden. Die Drossel 74 und das Rückschlagventil 53 befinden sich strömungsmäßig stromabwärts hinter der Abzweigung 63 zur Spülleitung 60.

[0050] Mit der Drossel 74 erreicht man, dass, wenn bei höherer Drehzahl der Brennkraftmaschine 32 eine relativ große Menge an Kraftstoff in der Umlaufleitung 52 umgepumpt wird, vor der Drossel 74 ein Staudruck entsteht und wenn dieser Staudruck groß genug ist um

das vorgespannte Überströmventil 72 zu überwinden, mindestens ein Anteil des von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 umgepumpten Kraftstoffs in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt.

[0051] Das in der Figur 7 gezeigte Ausführungsbeispiel kann so abgestimmt sein, dass bei höherer Drehzahl der Brennkraftmaschine 32 ein Teil des Kraftstoffs aus der Umlaufleitung 52 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt, ohne dass dafür durch Umschalten des Absperrventils 30 in seine geschlossene Schaltstellung 30b in der Kraftstoffverbindung 10 ein erhöhter Speisedruck eingestellt werden muß. Dies hat den Vorteil, dass bei erhöhter Drehzahl der Brennkraftmaschine 32, was je nach Fahrweise häufig auftreten kann, die erste Kraftstoffpumpe 6 nicht gegen einen erhöhten Speisedruck arbeiten muß, was deren Dauerhaltbarkeit deutlich erhöht. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 muß das Absperrventil 30 nur kurzzeitig, beispielsweise nur zum Spülen der Kraftstoffleitungen während des Startvorgangs der Brennkraftmaschine 32, in die geschlossene Schaltstellung 30b geschaltet werden, was bedeutet, dass die Kraftstoffpumpe 6 nur entsprechend selten gegen einen erhöhten Speisedruck arbeiten muß, was die Dauerhaltbarkeit der Kraftstoffpumpe 6 wesentlich verlängert.

[0052] Die Figur 8 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0053] Bei dem in der Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich die Drossel 74 und das Rückschlagventil 53 im Verlauf der Umlaufleitung 52 hydraulisch betrachtet hinter der Abzweigung 63, an der die Spülleitung 60 aus der Umlaufleitung 52 abzweigt. Hydraulisch betrachtet befinden sich die Drossel 74 und das Rückschlagventil 53 parallel nebeneinander. Das Rückschlagventil 53 ist mit einer Schließfeder vorgespannt. Das Rückschlagventil 53 öffnet erst dann, wenn aufgrund eines relativ hohen Druckmedium-Stroms an der Drossel 74 ein für das Öffnen des Rückschlagventils 53 ausreichend großer Differenzdruck ansteht. Das Rückschlagventil 53 begrenzt also den Druckabfall an der Drossel 74.

[0054] Hydraulisch betrachtet stromabwärts hinter der Abzweigung 63 ist in der Spülleitung 60 ein zusätzlicher hydraulischer Widerstand vorgesehen. Der zusätzliche hydraulische Widerstand wird von einer Drossel 76 gebildet. Die Drossel 76 befindet sich hydraulisch betrachtet in Reihe zum Überströmventil 72 vor oder hinter dem Überströmventil 72.

[0055] Durch Abstimmen der Drosseln 74 und 76 sowie der Vorspanndrücke des Rückschlagventils 53 und des Überströmventils 72 können der durch die Spülleitung 60 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömende Kraftstoffstrom und der über die Umlaufleitung 52 zur Niederdruckseite 12n der Kraftstoffpumpe 12 strömende Kraftstoffstrom aufeinander abgestimmt werden. Es kann auch bestimmt werden, ab welcher Drehzahl der Brennkraftmaschine 32 ein Teil des durch die Umlauf-

leitung 52 strömenden Kraftstoffstroms über die Spülleitung 60 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt.

[0056] Die Figur 9 zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0057] Die Figur 10 zeigt eine Detailansicht der in den Figuren 9, 11 und 12 dargestellten Ausführungsbeispiele.

[0058] Bei dem in den Figuren 9 und 10 gezeigten Ausführungsbeispiel hat die zweite Kraftstoffpumpe 12 einen Pumpenkolben 12p, ein eingangsseitiges Rückschlagventil 12a, ein ausgangsseitiges Rückschlagventil 12b, einen Kompressionsraum 12k und ein Steuerventil 50'.

[0059] An die Kraftstoffverbindung 10 ist ein Druckdämpfer 78 angeschlossen. Der Druckdämpfer 78 befindet sich vorzugsweise innerhalb des Pumpengehäuses 12g. Im Verlauf der Umlaufleitung 52' gibt es ein hydraulisches Widerstandselement. Das Widerstandselement ist ein Rückschlagventil 80, das in Richtung zur Kraftstoffverbindung 10 öffnet. An einer Einmündung 82 mündet die Umlaufleitung 52' in die Kraftstoffverbindung 10. Die Umlaufleitung 52' führt aus dem Kompressionsraum 12k, durch das Steuerventil 50', über die Abzweigung 63', durch das Rückschlagventil 80 und über die Einmündung 82 in die Kraftstoffverbindung 10. Die Umlaufleitung 52' verläuft auf kurzem Weg unmittelbar innerhalb des Pumpengehäuses 12g. Das Steuerventil 50' hat eine offene Schaltstellung 50'a und eine geschlossene Schaltstellung 50'b. An der zwischen dem Steuerventil 50' und dem Rückschlagventil 80 vorgesehenen Abzweigung 63' zweigt die Spülleitung 60 ab. Stromabwärts hinter der Abzweigung 63' hat die Spülleitung 60 einen hydraulischen Widerstand. Der hydraulische Widerstand wird gebildet von einer Drossel 84.

[0060] Von der Kraftstoffverbindung 10 führt eine Leitung 86 in den Bereich der Kolbenführung des Kolbens 12p. Der über die Leitung 86 der Kolbenführung zugeführte Speisedruck sorgt für eine Verminderung der Reibung im Bereich der Kolbenführung.

[0061] Aus dem Bereich des dem Kompressionsraum 12k abgewandten Endes des Pumpenkolbens 12p führt eine Leckageleitung 88 in die Kraftstoffleitung 22. Stromabwärts hinter dem Druckregelventil 26 gibt es in der Kraftstoffleitung 22 ein zweites Absperrventil 90. Das zweite Absperrventil 90 hat eine offene Schaltstellung 90a und eine geschlossene Schaltstellung 90b. Die Leckageleitung 88 mündet zwischen dem Druckregelventil 26 und dem zweiten Absperrventil 90 an einer Einmündung 92 in die Kraftstoffleitung 22.

[0062] Während eines Saughubs, das heißt, während der Pumpenkolben 12p nach unten fährt und dabei den Kompressionsraum 12k vergrößert, strömt der Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch das eingangsseitige Rückschlagventil 12a in den Kompressionsraum 12k. Während eines Druckhubs, das heißt, während sich der Pumpenkolben 12p nach oben bewegt und dabei den Kompressionsraum 12k verkleinert,

drückt der Pumpenkolben 12p den Kraftstoff aus dem Kompressionsraum 12k über das ausgangsseitige Rückschlagventil 12b in den Speicherraum 44 der Druckleitung 14, sofern das Steuerventil 50' in seiner geschlossenen Schaltstellung 50'b steht. Es ist möglich, das Steuerventil 50' so anzusteuern, dass es während eines Teils des Druckhubs des Pumpenkolbens 12p in der offenen Schaltstellung 50'a steht. Während das Steuerventil 50' während des Druckhubs in der offenen Schaltstellung 50'a steht, wird der Kraftstoff aufgrund des normalerweise hohen Drucks in der Druckleitung 14 über das offene Steuerventil 50' durch die Umlaufleitung 52' und über das Rückschlagventil 80 in die Kraftstoffverbindung 10 befördert. Die Drossel 84 und das vorgespannte Rückschlagventil 80 können so aufeinander abgestimmt sein, dass, wenn während des Druckhubs das Steuerventil 50' geöffnet ist, ein Teil des durch die Umlaufleitung 52' strömenden Kraftstoffs durch die Spülleitung 60 und über das Druckregelventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt.

[0063] Durch entsprechendes, vom Hub des Pumpenkolbens 12p abhängiges Umschalten des Steuerventils 50' in die Schaltstellungen 50'a oder 50'b kann die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 in die Druckleitung 14 geförderte Kraftstoffmenge gesteuert werden. Durch entsprechendes Ansteuern des Steuerventils 50' kann die von der Kraftstoffpumpe 12 in die Druckleitung 14 geförderte Menge so gesteuert werden, dass in der Druckleitung 14 der jeweils gewünschte Hochdruck herrscht, was von dem Drucksensor 48 sensiert werden kann. Je nach dem von dem Drucksensor 48 festgestellten Druck wird das Steuerventil 50' angesteuert.

[0064] Von der Druckleitung 14 mit dem Speicherraum 44 führt eine Rückleitung 94 in die Kraftstoffverbindung 10. In der Rückleitung 94 gibt es ein Druckbegrenzungsventil 96. Das Druckbegrenzungsventil 96 ist vorgesehen, damit auch bei einem Auftreten eines Fehlers, beispielsweise bei fehlerhaftem Arbeiten des Steuerventils 50', in der Druckleitung 14 kein gefährlicher Überdruck entstehen kann. Das Druckbegrenzungsventil 96 kann auch elektrisch steuerbar sein, und zwar so, dass damit je nach Betriebsbedingung der Druck in dem Speicherraum 44 schnell verringert werden kann.

[0065] Wenn das Absperrventil 30 in seiner offenen Schaltstellung 30a steht, dann strömt, je nachdem, wie die Drossel 84 und die Druckdifferenz des Rückschlagventils 80 aufeinander abgestimmt sind, beispielsweise nur ein sehr geringer Teil des durch die Umlaufleitung 52' strömenden Kraftstoffstroms über die Spülleitung 60 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2. Der üblicherweise größere Kraftstoffstrom strömt durch das Rückschlagventil 80 in die Kraftstoffverbindung 10, wo der Druckdämpfer 78 vorgesehen ist, um den pulsierend zuströmenden Kraftstoff zwischenzuspeichern.

[0066] Wenn das Absperrventil 30 in seiner geschlossenen Schaltstellung 30b steht, dann bestimmt das Überdruckventil 7 den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10. Weil das Überdruckventil 7 auf einen höhe-

ren Druck als das Druckregelventil 26 eingestellt ist, ist der Speisedruck bei geschlossenem Absperrventil 30 höher als bei geöffnetem Absperrventil 30. Bei geschlossener Schaltstellung 30b des Absperrventils 30 strömt der aus dem Kompressionsraum 12k durch das Steuerventil 50' strömende Kraftstoffstrom im Wesentlichen durch die Drossel 84, durch die Spülleitung 60 in die Kraftstoffleitung 22 und von dort aus in den Kraftstoffvorratsbehälter 2.

[0067] Während die Brennkraftmaschine 32 arbeitet, steht das zweite Absperrventil 90 üblicherweise in seiner offenen Schaltstellung 90a. Wird die Brennkraftmaschine 32 abgestellt, dann wird auch das zweite Absperrventil 90 in seine geschlossene Schaltstellung 90b geschaltet, um dadurch einen vorzeitigen Druckabbau im Niederdrucksystem über den Spalt zwischen dem Pumpenkolben 12p und dem Pumpengehäuse 12g zu vermeiden.

[0068] Die **Figur 11** zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0069] Im Unterschied zu dem in der Figur 9 dargestellten Ausführungsbeispiel wird bei dem in der Figur 11 gezeigten Ausführungsbeispiel die Leckageleitung 88 ohne eine Mitbenutzung der Kraftstoffleitung 22 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 geführt. Im Verlauf der Leckageleitung 88 ist das Absperrventil 90 vorgesehen. Weil durch die Leckageleitung 88 nur eine sehr geringe Menge des Kraftstoffs strömt, die ein Vielfaches kleiner als die durch die Kraftstoffleitung 22 strömende Kraftstoffmenge ist, genügt für das Absperrventil 90 ein sehr kleines und sehr leicht herstellbares Ventil.

[0070] Die **Figur 12** zeigt ein weiteres, bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel.

[0071] Bei dem in der Figur 12 dargestellten Ausführungsbeispiel ist in der Kraftstoffleitung 22, in Strömungsrichtung betrachtet, das Absperrventil 30 stromabwärts hinter dem Druckregelventil 26 angeordnet. An einer Abzweigung 63" zweigt die Spülleitung 60 aus der Kraftstoffverbindung 10 ab. Stromabwärts hinter der Drossel 84 mündet die Leckageleitung 88 in die Spülleitung 60 ein. Die Einmündung 64, an der die Spülleitung 60 in die Kraftstoffleitung 22 einmündet, ist zwischen dem Druckregelventil 26 und dem Absperrventil 30 vorgesehen.

[0072] Das Steuerventil 50' ist über die Umlaufleitung 52' und über die Einmündung 82 mit der Kraftstoffverbindung 10 verbunden. Während des Saughubs der Kraftstoffpumpe 10 kann der Kraftstoff bei geöffnetem Steuerventil 50' nicht nur durch das eingangsseitige Rückschlagventil 12a, sondern zusätzlich auch durch das Steuerventil 50' in den Kompressionsraum 12k einströmen. Während des Druckhubs der Kraftstoffpumpe 12 wird das Steuerventil 50' so lange in der geschlossenen Schaltstellung 50'b gehalten bis in der Druckleitung 14 der jeweils gewünschte Druck erreicht wird.

[0073] In der Figur 12 sind zwei strichpunktierte Linien

98r und 98f eingezeichnet. Üblicherweise befinden sich die links von der strichpunktieren Linie 98r dargestellten Bauteile im rückwärtigen Bereich des Kraftfahrzeugs, und die rechts von der strichpunktieren Linie 98f dargestellten Bauteile befinden sich üblicherweise im Frontbereich des Kraftfahrzeugs.

[0074] Üblicherweise müssen, um die im rückwärtigen Bereich und die im Frontbereich angeordneten Bauteile miteinander zu verbinden, ziemlich lange Leitungen für den Kraftstoff gelegt werden. Aus diesem Grund ist man bestrebt, die Anzahl der Leitungen zwischen dem rückwärtigen Bereich und dem Frontbereich möglichst klein zu halten. Wie man der Figur 12 entnehmen kann, genügen bei dem bevorzugt ausgewählten Ausführungsbeispiel zum hydraulischen Verbinden der Bauteile des rückwärtigen Bereichs mit den Bauteilen des Frontbereich vorteilhafterweise die Kraftstoffverbindung 10 und die Spülleitung 60.

[0075] Um einen Neustart der Brennkraftmaschine 32 zu erleichtern, wenn die Brennkraftmaschine 32 bei relativ hoher Temperatur abgestellt wird, wird folgendes Vorgehen vorgeschlagen: Beim Abstellen der Brennkraftmaschine 32 wird bei noch offenem Absperrventil 30 über eine vorgegebene Zeitspanne, die eventuell temperaturabhängig sein kann, die erste Kraftstoffpumpe 6 weiter in Betrieb gehalten. Dadurch wird aus dem Bereich der zweiten Kraftstoffpumpe 12 und aus dem Bereich der Kraftstoffverbindung 10 und dem Druckspeicher 78 sich ansammelnde Wärmeenergie über die Spülleitung 60 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abgeführt. Dies vermindert die Gefahr unerwünschter Gasblasenbildung in den Kraftstoffleitungen. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass, nach dem Spülen der Kraftstoffverbindung 10, kurz vor dem Abstellen der elektrisch angetriebenen Kraftstoffpumpe 6, das Absperrventil 30 in seine geschlossene Schaltstellung 30b geschaltet wird. Dadurch steigt der Druck in der Kraftstoffverbindung 10 und in dem Druckdämpfer 78 auf den vom Überdruckventil 7 bestimmten Speisedruck, der höher ist als der bei geöffnetem Absperrventil 30 vom Druckregelventil 26 bestimmte Speisedruck. Dadurch wird erreicht, dass bei abgestellter Brennkraftmaschine in dem Druckdämpfer 78 ein erhöhter Druck herrscht, was den anschließenden Start der Brennkraftmaschine 32 auch bei hoher Temperatur wesentlich erleichtert.

[0076] Die in den Figuren 1 bis 8 dargestellten Ausführungen werden insbesondere dann verwendet, wenn die zweite Kraftstoffpumpe 12 mehrere Pumpenkolben 12p, üblicherweise drei Pumpenkolben 12p, hat. Die in den Figuren 9 bis 12 dargestellten Ausführungen werden insbesondere dann verwendet, wenn die zweite Kraftstoffpumpe 12 einen einzigen Pumpenkolben 12p aufweist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von

Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter (2), einer ersten Kraftstoffpumpe (6), einer zweiten Kraftstoffpumpe (12) und mit mindestens einem Kraftstoffventil (16), wobei die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (2) in eine Kraftstoffverbindung (10) fördert und die zweite Kraftstoffpumpe (12) den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung (10) über eine Druckleitung (14, 42, 44) zum Kraftstoffventil (16) fördert, über das der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt, mit einer aus der Kraftstoffverbindung (10) zu dem Kraftstoffvorratsbehälter (2) führenden Kraftstoffleitung (22) und mit einem Druckregelventil (26) in der Kraftstoffleitung (22), **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Kraftstoffleitung (22) hydraulisch in Reihe zu dem Druckregelventil (26) ein Absperrventil (30) vorgesehen ist und eine den Kraftstoff mindestens teilweise durch die zweite Kraftstoffpumpe (12) und durch einen hydraulischen Widerstand (61, 62, 66, 70, 72, 76, 84) zu dem Kraftstoffvorratsbehälter (2) führende Spülleitung (60) vorgesehen ist.

2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Absperrventil (30) in Abhängigkeit einer Temperatur gesteuert wird.
3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spülleitung (60) durch ein Pumpengehäuse (12g) der zweiten Kraftstoffpumpe (12) geführt ist.
4. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Widerstand (61, 62, 66, 70, 72, 76, 84) von einem druckabhängig öffnenden Ventil (61, 62, 66, 72) gebildet wird.
5. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der hydraulische Widerstand (61, 62, 66, 70, 72, 76, 84) von einem Ventil (70, 76, 84) gebildet wird, das einen vom hindurchströmenden Fluidstrom abhängigen Durchflusswiderstand aufweist.
6. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spülleitung (60) hydraulisch zwischen dem Absperrventil (30) und dem Druckregelventil (26) in die Kraftstoffleitung (22) mündet.
7. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** hydraulisch parallel zu dem Druckregelventil (26) ein Überdruckventil (7) vorgesehen ist.

8. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der Druckleitung (14, 42, 44) über ein Steuerventil (50, 50') in die Kraftstoffverbindung (10) führende Umlaufleitung (52, 52') vorgesehen ist und dass die Spülleitung (60) aus der Umlaufleitung (52, 52') abzweigt. 5
9. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlaufleitung (52, 52') über ein Widerstandselement (53, 74, 80) in die Kraftstoffverbindung (10) führt. 10
10. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlaufleitung (52, 52') über ein Rückschlagventil (53, 80) in die Kraftstoffverbindung (10) führt. 15
11. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** hydraulisch parallel zu dem Rückschlagventil (53) eine Drossel (74) vorgesehen ist. 20
12. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spülleitung (60) an einer höchsten Stelle der Niederdruckseite (12n) der zweiten Kraftstoffpumpe (12) aus dem Pumpengehäuse (12g) abzweigt. 25
13. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Kraftstoffpumpe (12) einen Kompressionsraum (12k) hat und die Umlaufleitung (52') aus dem Kompressionsraum (12k) herausführt. 30
35
14. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der zweiten Kraftstoffpumpe (12) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führende Leckageleitung (88) vorgesehen ist. 40
15. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leckageleitung (88) stromaufwärts vor dem Absperrventil (30) in die Kraftstoffleitung (22) mündet. 45

50

55

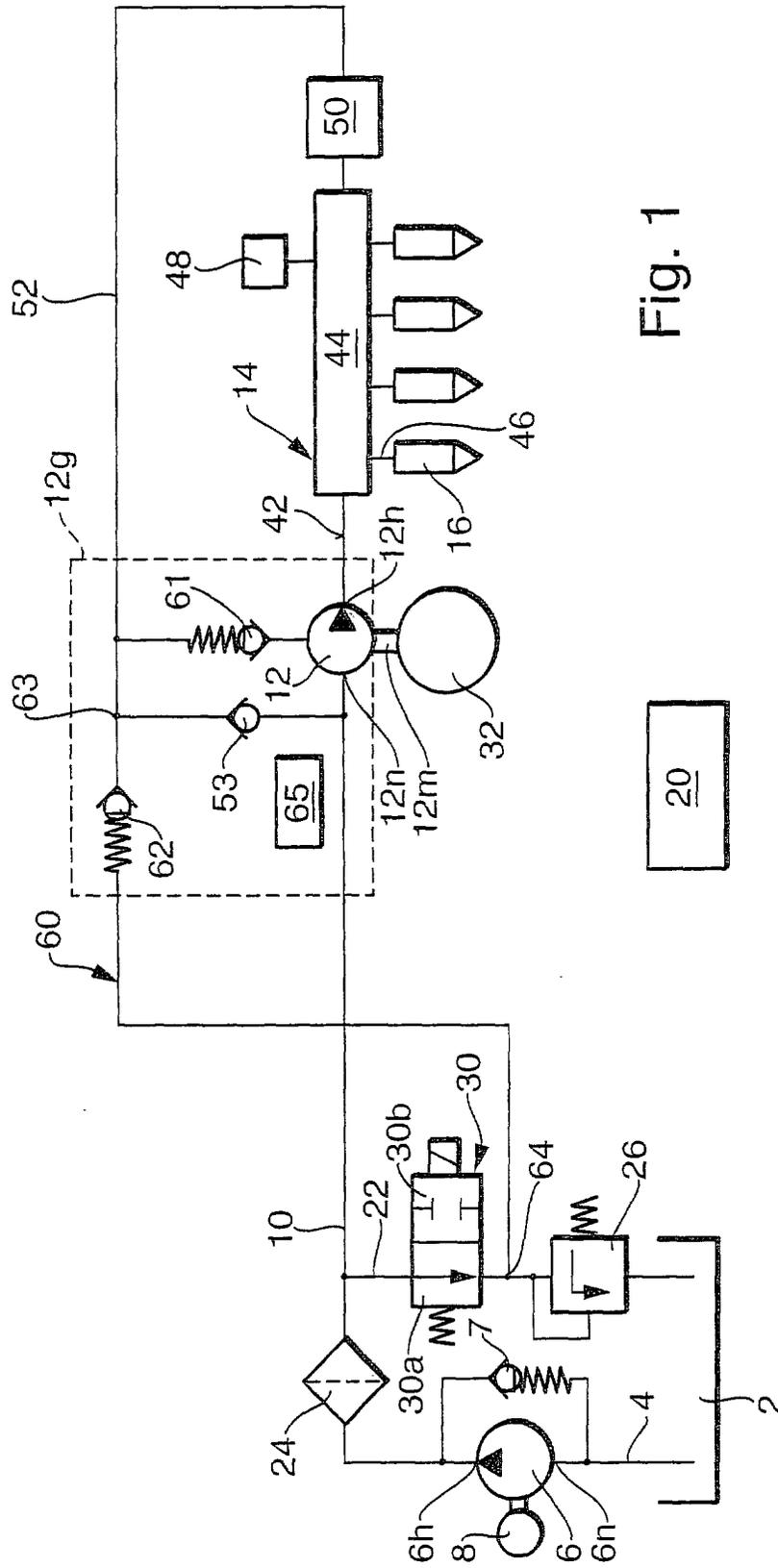


Fig. 1

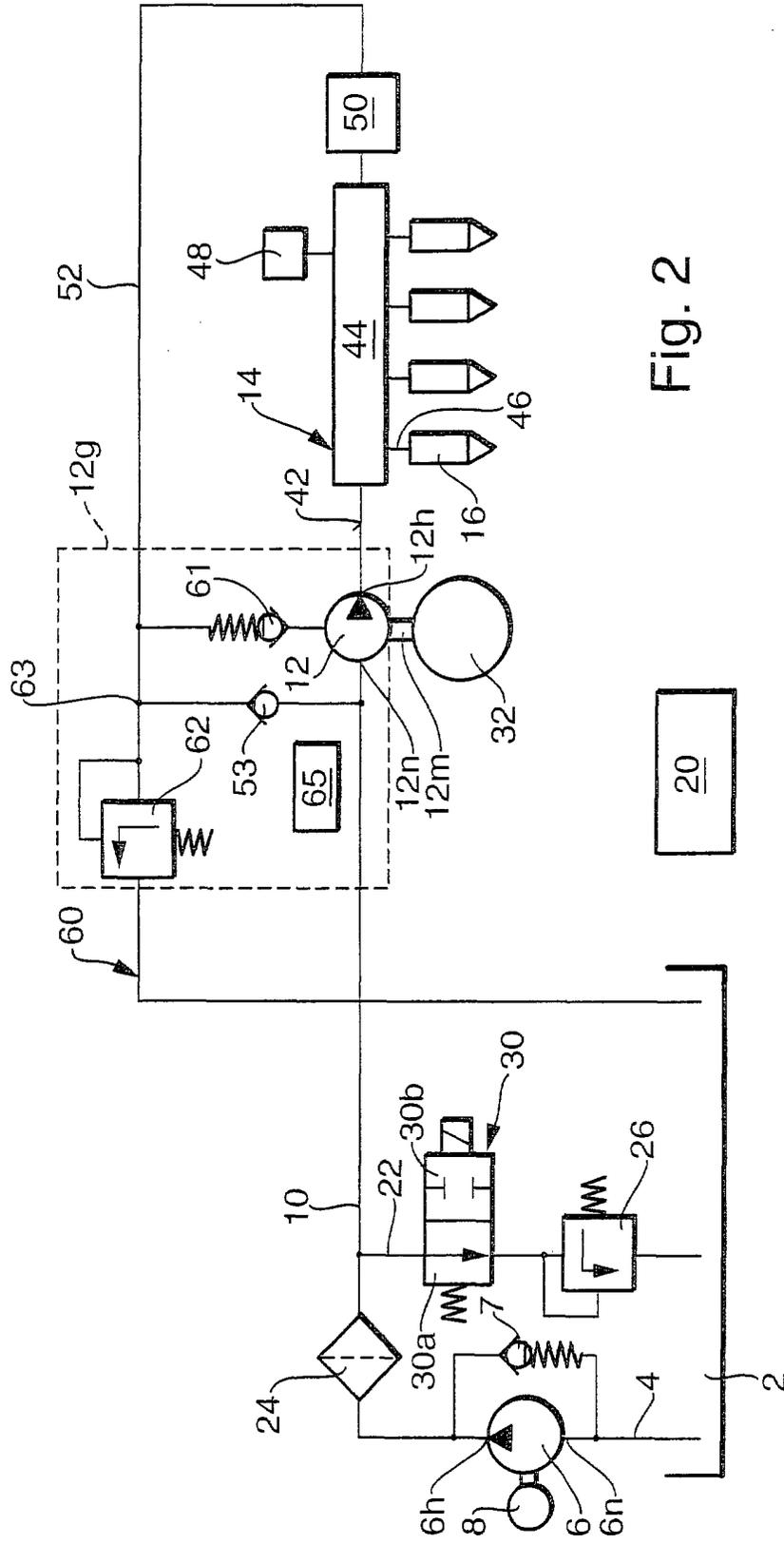


Fig. 2

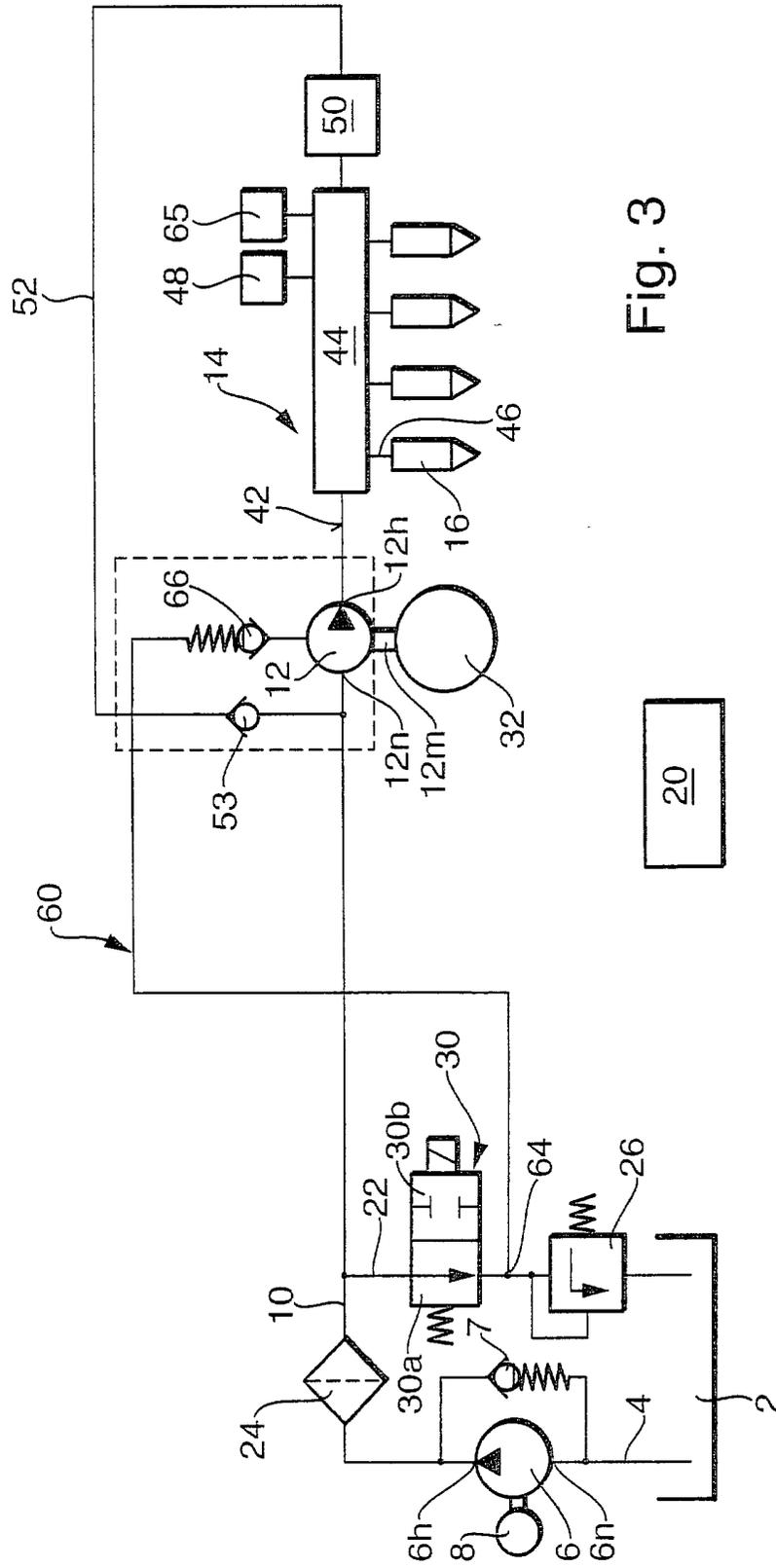


Fig. 3

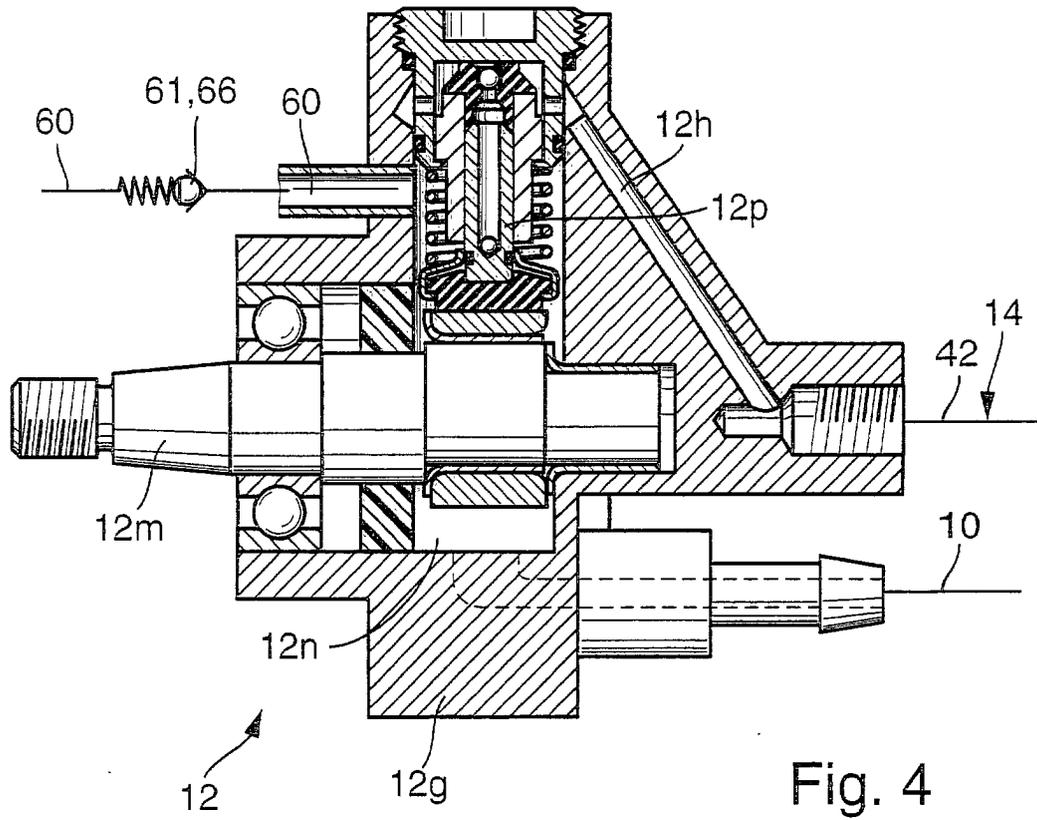


Fig. 4

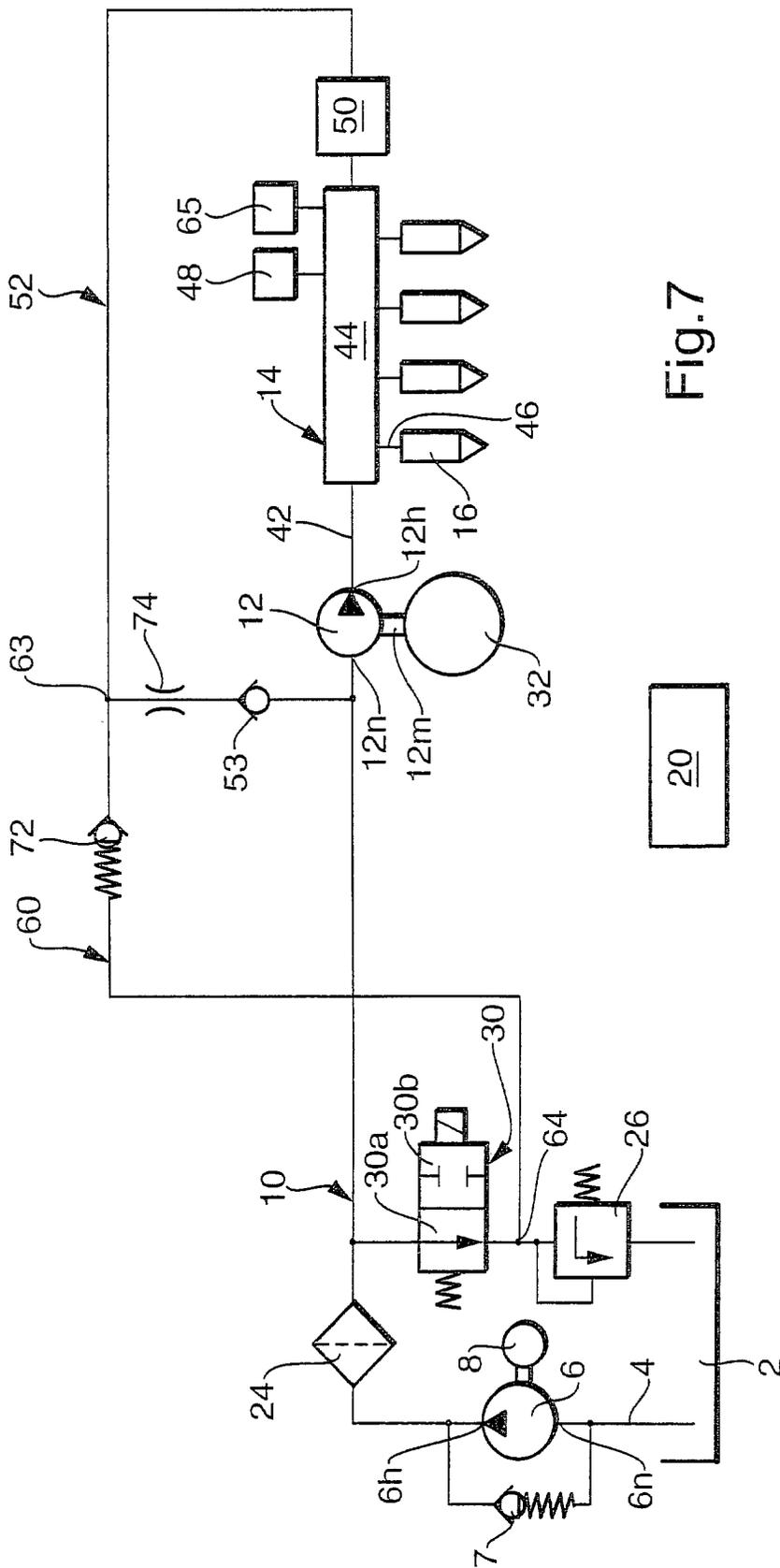


Fig.7

20

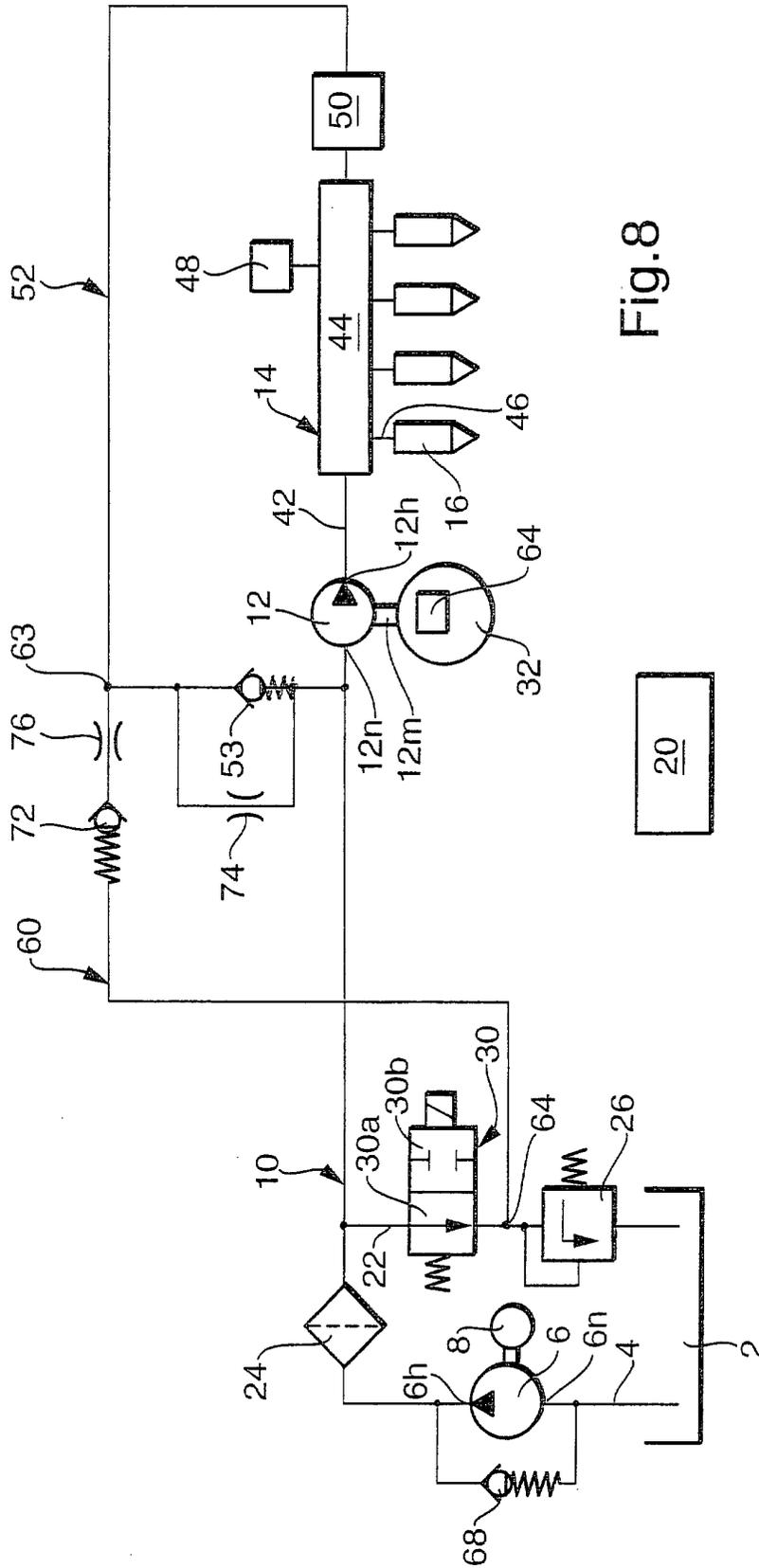


Fig.8

20

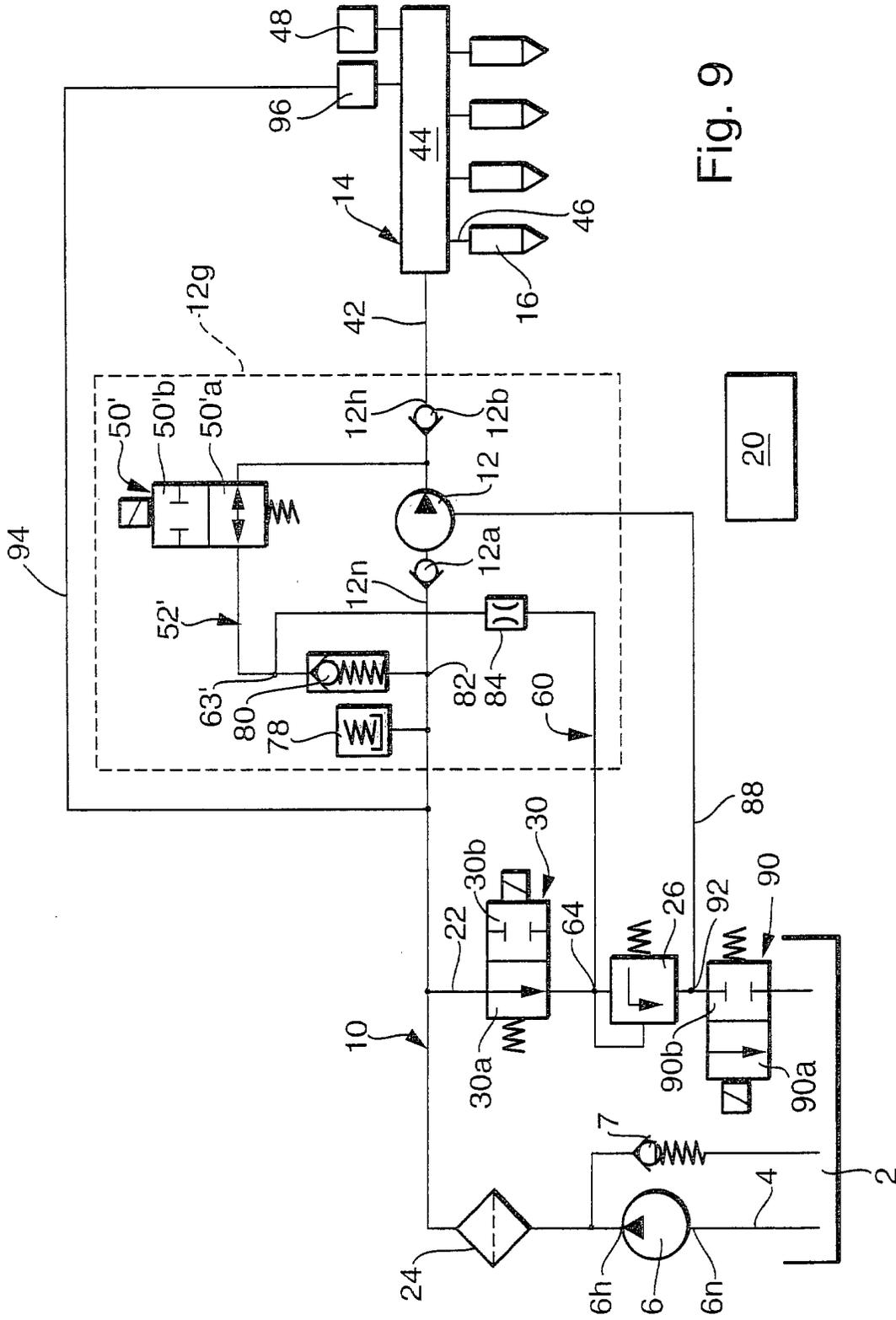


Fig. 9

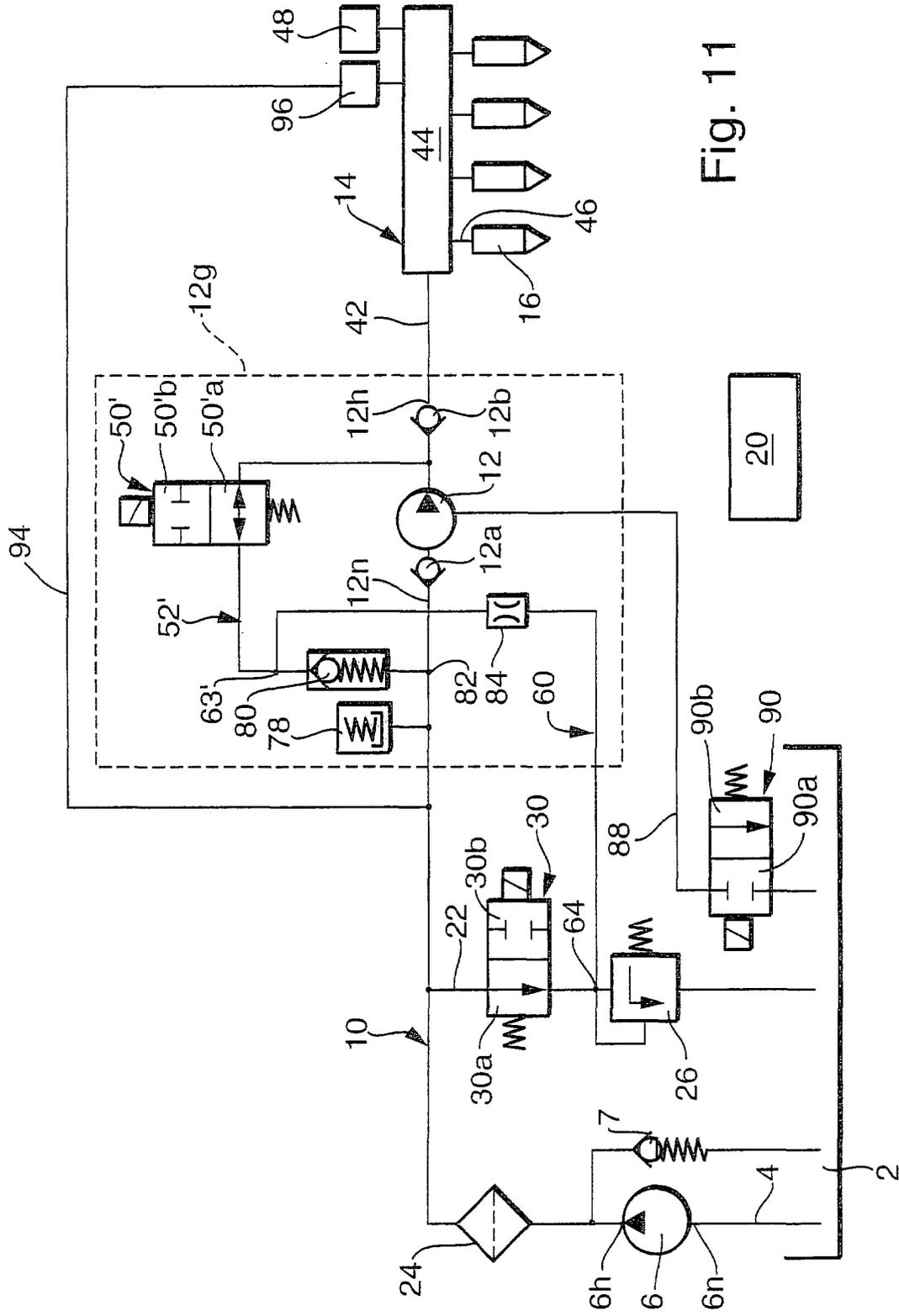


Fig. 11

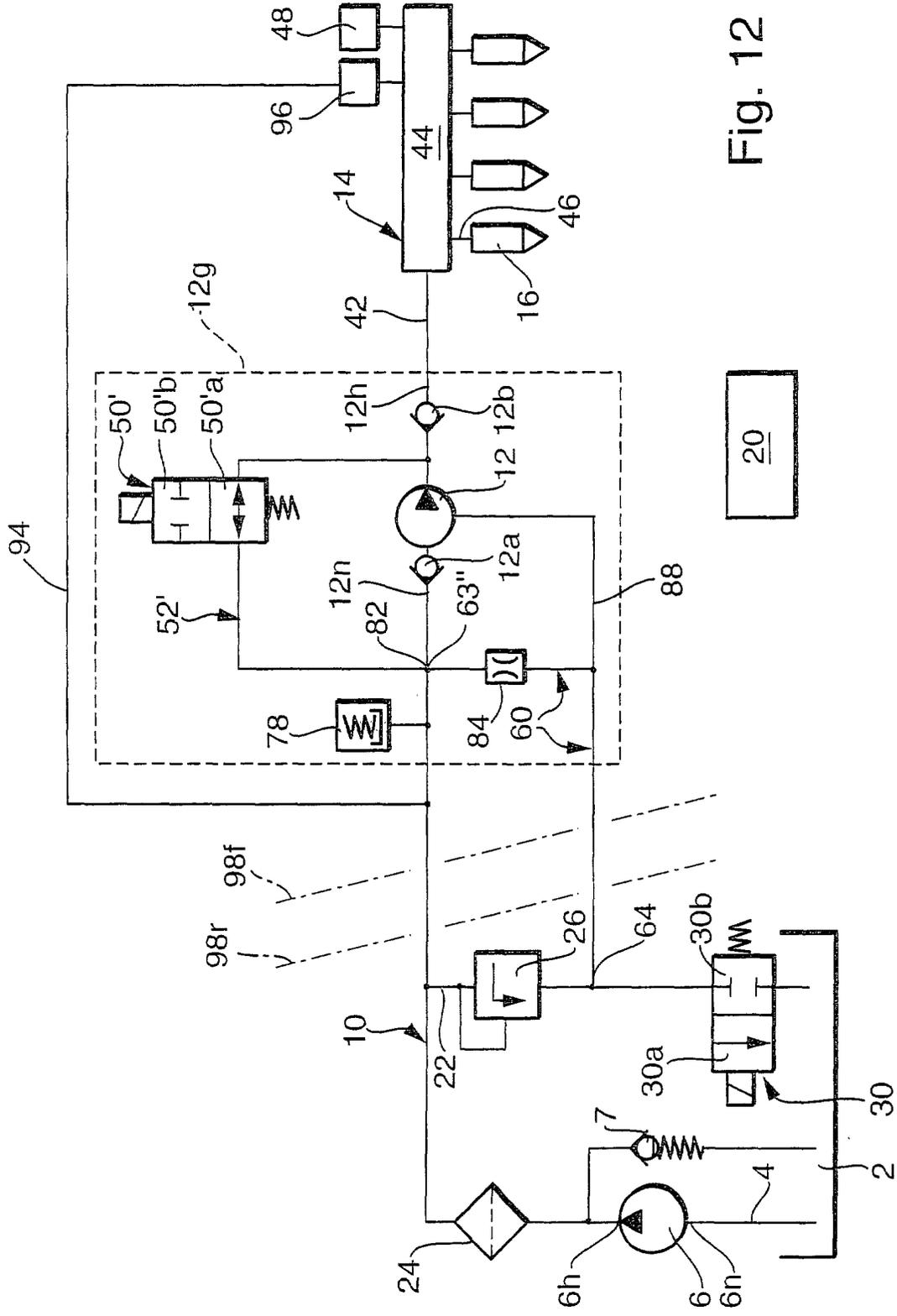


Fig. 12