



PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F02M 59/36, 59/46, 63/02, 59/34	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/06894 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Februar 2000 (10.02.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01328 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Mai 1999 (04.05.99)	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(30) Prioritätsdaten: 198 34 120.2 29. Juli 1998 (29.07.98) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).		
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REMBOLD, Helmut [DE/DE]; Oehringer Strasse 27, D-70435 Stuttgart (DE). MARQUARDT, Werner-Karl [DE/DE]; Primelweg 30, D-71706 Markgroeningen (DE).		

(54) Title: FUEL SUPPLY SYSTEM OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

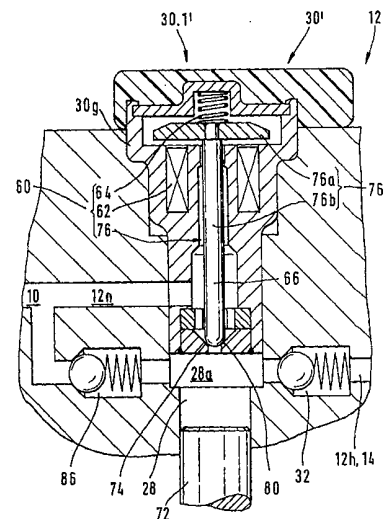
(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFVERSORGUNGSANLAGE EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Abstract

In preart fuel supply systems comprising two series-connected fuel pumps, it was not satisfactorily possible, despite great efforts, to obtain a sufficiently precise control of the fuel quantity delivered by the second fuel pump. In particular, the change-over time of a control valve which controls the fuel quantity was quite long up to now. To solve this problem, the invention provides a control valve (30') in which the electromagnet (62) for holding the valve element (66) in the depicted initial position is flown through with just enough electricity so that the valve element (66) remains in this position. A slight change in the flow-through of the electromagnet (62) permits the control valve (30') to then change over into the final position within an extremely short time. The fuel supply system is provided for an internal combustion engine of a vehicle.

(57) Zusammenfassung

Bei Kraftstoffversorgungsanlagen mit zwei in Reihe geschalteten Kraftstoffpumpen war bisher eine zufriedenstellend genaue Regelung der von der zweiten Kraftstoffpumpe geförderten Kraftstoffmenge trotz hohem Aufwand nicht zufriedenstellend möglich. Insbesondere war bisher die Umschaltzeit eines die Kraftstoffmenge steuernden Steuerventils ziemlich lang. Es wird ein Steuerventil (30') vorgeschlagen, bei dem der Elektromagnet (62) zum Halten des Ventilglieds (66) in der dargestellten Ausgangsstellung gerade so stark bestrahlt wird, daß das Ventilglied (66) gerade noch in dieser Stellung bleibt. Durch geringfügige Änderung der Bestromung des Elektromagneten (62) kann dann das Umschalten des Steuerventils (30') in die Endstellung innerhalb extrem kurzer Zeit erfolgen. Die Kraftstoffversorgungsanlage ist für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgesehen.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidtschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

Kraftstoffversorgungsanlage einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

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

15

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 in eine Druckleitung, an der mindestens ein Kraftstoffventil angeschlossen ist.

20

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.

25

30

Die zweite Kraftstoffpumpe wird üblicherweise direkt von der Brennkraftmaschine mechanisch angetrieben. Die zweite Kraftstoffpumpe hat üblicherweise einen in einem Pumpenraum hin- und hergehenden Pumpenkörper, wobei die Frequenz des Pumpenkörpers starr an die Drehzahl der Brennkraftmaschine gekoppelt ist. Damit trotz der starren Kopplung des Pumpenkörpers an die Drehzahl der Brennkraftmaschine die

35

Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe gesteuert werden kann, kann zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe ein die Fördermenge steuerndes Steuerventil vorgesehen werden, das während eines Druckhubs des Pumpenkörpers einen Teil des Kraftstoffs aus dem Pumpenraum in die Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe zurückströmen läßt. Damit innerhalb der Kraftstoff enthaltenden Räume keine Dampfblasen entstehen, ist es wichtig, daß das Steuerventil einen ausreichend großen Durchflußquerschnitt aufweist.

Weil der Durchflußquerschnitt relativ groß sein muß, war es bisher nicht möglich, das Steuerventil so zu bauen, daß es ausreichend schnell schaltet, um auch bei hoher Frequenz des Pumpenkörpers der zweiten Kraftstoffpumpe eine befriedigend genaue Steuerung bzw. Regelung des Drucks in der zu den Kraftstoffventilen führenden Druckleitung zu bekommen.

Ein weiterer Nachteil ist, daß wegen der Größe des Steuerventils bisher eine relativ lange Zeit vergeht, bis der Durchflußquerschnitt des Steuerventils vollkommen geschlossen bzw. vollkommen geöffnet ist, so daß in dieser Übergangszeit für das Umschalten des Steuerventils ein Teil des Kraftstoffs aus dem Pumpenraum der zweiten Kraftstoffpumpe in die Kraftstoffverbindung unter relativ hohem Druck zurückströmt, was eine Dissipation und somit unerwünschter Energieverlust und eine unerwünschte Erwärmung des Kraftstoffs bedeutet.

Trotz hohem Aufwand war es bisher nicht möglich, die von der zweiten Kraftstoffpumpe geförderte Kraftstoffmenge auch bei hoher Drehzahl der Brennkraftmaschine ausreichend genau zu regeln bzw. zu steuern und gleichzeitig dafür zu sorgen, daß in der zweiten Kraftstoffpumpe keine Gasblasen entstehen und

daß die zweite Kraftstoffpumpe keine überschüssige Kraftstoffmenge gefördert, was ebenfalls Dissipation und somit weiteren Energieverlust und Erwärmung des Kraftstoffs bedeutet.

5

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bietet die Besonderheit, daß der Elektromagnet des das Ventilglied verstellenden Stellantriebs noch während sich das Steuerventil in der Ausgangsstellung befindet, d. h. gewisse Zeit bevor das Ventilglied vom Stellantrieb verstellt werden soll, mit einem Zwischenwert bestromt wird, wobei der Zwischenwert der Bestromung in seiner Höhe zwischen dem für die Ausgangsstellung vorgesehenen ersten Wert und dem für die Endstellung vorgesehenen zweiten Wert bestromt wird. Dadurch verbleibt das Ventilglied des Steuerventils zwar noch bis zum vorgesehenen Umschaltzeitpunkt in der Ausgangsstellung, aber anschließend, um das Ventilglied aus der Ausgangsstellung zu verstellen, muß nur noch eine geringfügige Änderung der Bestromung des Elektromagneten veranlaßt werden, was innerhalb extrem kurzer Zeit geschehen kann, so daß das Ventilglied und damit das Steuerventil vorteilhafterweise extrem schnell in die neue vorgesehene Endstellung umgeschaltet werden kann.

10
15
20
25

30

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

35

Wird der Elektromagnet des das Ventilglied verstellenden Stellantriebs noch während sich das Ventilglied in der Ausgangsstellung befindet, d. h. gewisse Zeit bevor das Steuerventil verstellt werden soll, in Abhängigkeit einer

Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine und/oder in
Abhängigkeit eines Drucks innerhalb der Kraftstoff-
versorgungsanlage, insbesondere in Abhängigkeit eines an dem
Ventilglied angreifenden Staudrucks und/oder in Abhängigkeit
5 der Zeit, insbesondere in Abhängigkeit der augenblicklichen
Position des Pumpenkörpers und/oder in Abhängigkeit einer
Pumpendrehzahl mit dem entsprechend unterschiedlich
angepaßten Zwischenwert bestromt, dann erhält man dadurch
den Vorteil, daß der Elektromagnet situationsgerecht gerade
10 so viel Kraft aufbaut, daß das Ventilglied noch in seiner
Ausgangsstellung verbleibt, aber anschließend, um das
Ventilglied aus der Ausgangsstellung zu verstellen, muß nur
noch eine geringfügige Änderung der Bestromung veranlaßt
werden, was innerhalb extrem kurzer Zeit geschehen kann, so
15 daß das Steuerventil extrem schnell in die Endstellung
umgeschaltet werden kann.

Durch das Schließen des Durchflußquerschnitts in Abhängig-
keit einer Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine kann die
20 von der zweiten Kraftstoffpumpe geförderte Kraftstoffmenge
auf sehr einfache Weise und mit geringer Dissipation sehr
genau gesteuert bzw. geregelt werden. Das erfindungsgemäß
ausgeführte Steuerventil kann besonders schnell und
zeitgenau geschlossen bzw. geöffnet werden.

25
Mit dem hydraulisch parallel zum Steuerventil Kraftstoff aus
der Kraftstoffverbindung in den Pumpenraum der zweiten
Kraftstoffpumpe führenden Rückschlagventil kann während
eines Saughubs Kraftstoff zusätzlich aus der Kraftstoff-
30 verbindung unter Umgehung des Steuerventils in den Pumpen-
raum gelangen. Dies bietet den Vorteil, daß der Durchfluß-
querschnitt des Steuerventils kleiner ausgeführt sein kann,
ohne daß befürchtet werden muß, daß während eines Saughubs
der Druck im Pumpenraum zu stark absinkt und damit die
35 Gefahr von Gasblasen entsteht.

Wird das Steuerventil als sogenanntes Sitzventil ausgebildet, dann kann mit relativ wenig Verstellweg des Ventili-
glieds vorteilhafterweise ein relativ großer Durchflußquer-
schnitt gesteuert bzw. geöffnet und geschlossen werden.

Zeichnung

Ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der
Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und
in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen
die Figur 1 in symbolhafter Form ein bevorzugt ausgewähltes
vorteilhaftes Ausführungsbeispiel, die Figur 2 eine Einzel-
heit des Ausführungsbeispiels, die Figuren 3 und 4 eine
Einzelheit eines weiteren Ausführungsbeispiels, die Figur 5
in symbolhafter Form ein weiteres besonders vorteilhaft
ausgeführtes Ausführungsbeispiel, die Figur 6 eine
Einzelheit des Ausführungsbeispiels nach Figur 5 und die
Figuren 7 und 8 Einzelheiten abgewandelter
Ausführungsbeispiele der Kraftstoffversorgungsanlage.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zum
Zumessen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine kann bei
verschiedenen Arten von Brennkraftmaschinen verwendet
werden. Als Kraftstoff wird vorzugsweise ein Ottokraftstoff,
insbesondere Benzin, verwendet. 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-Kolbenmotor) versehen sein
kann. Die Zündung des Kraftstoff-Luftgemischs geschieht
üblicherweise mit einer Zündkerze. Die Brennkraftmaschine
ist beispielsweise ein Hybridmotor. Bei diesem Motor mit

Ladungsschichtung wird das Kraftstoff-Luftgemisch im Brennraum im Bereich der Zündkerze so weit angereichert, daß eine sichere Entflammung garantiert ist, die Verbrennung im Mittel aber bei stark abgemagertem Gemisch stattfindet.

5

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
10 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 je nach Betriebsmodus durch Steuerung der dem Brennraum zugeführten
15 Menge an Kraftstoff. Es gibt aber auch einen Betriebsmodus, bei dem die für die Verbrennung des Kraftstoffs dem Brennraum zugeführte Luft mit einer Drosselklappe gesteuert wird. Auch über die Stellung der Drosselklappe kann die von der
20 Brennkraftmaschine abzugebende Leistung gesteuert werden.

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

Um den Umfang der Beschreibung nicht unnötig umfangreich ausfallen zu lassen, beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele auf einen Hubkolbenmotor
30 mit vier Zylindern als Brennkraftmaschine, wobei die vier Kraftstoffventile den Kraftstoff, üblicherweise Benzin, direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine einspritzen. Die Zündung des Kraftstoffs im Brennraum erfolgt über eine
35 Zündkerze. Je nach Betriebsmodus kann die Leistung der

Brennkraftmaschine über Steuerung der eingespritzten Kraftstoffmenge oder über eine Drosselung der einströmenden Luft gesteuert werden. Bei Leerlauf und unterer Teillast erfolgt eine Ladungsschichtung mit Kraftstoffanreicherung im Bereich der Zündkerze. Dabei ist das Gemisch außerhalb dieses Bereichs um die Zündkerze sehr mager. Bei Vollast bzw. oberer Teillast wird eine homogene Verteilung zwischen Kraftstoff und Luft im gesamten Brennraum angestrebt.

Die **Figur 1** zeigt einen Kraftstoffvorratsbehälter 2, eine Saugleitung 4, eine erste Kraftstoffpumpe 6, einen Elektromotor 8, einen Filter 9, eine Kraftstoffverbindung 10, eine zweite Kraftstoffpumpe 12, eine Druckleitung 14, vier Kraftstoffventile 16, eine Energieversorgungseinheit 18 und eine elektrische bzw. elektronische Steuerungseinrichtung 20. Die Kraftstoffventile 16 werden in Fachkreisen häufig als Einspritzventile oder Injektoren bezeichnet.

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. Aus der Kraftstoffverbindung 10 zweigt eine Kraftstoffleitung 22 ab. Über die Kraftstoffleitung 22 kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 direkt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet werden. In der Kraftstoffleitung 22 ist ein Druckregelventil bzw. Drucksteuerventil 26 vorgesehen. Das Drucksteuerventil 26 arbeitet wie ein Druckbegrenzungsventil bzw. wie ein Differenzdruckventil; es sorgt dafür, daß in der Kraftstoffverbindung 10 ein weitgehend konstanter Speisedruck herrscht, unabhängig davon, wieviel Kraftstoff von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 aus der Kraftstoffverbindung 10 abgenommen wird. Das Drucksteuerventil 26 regelt den

Speisedruck beispielsweise auf 3 bar, was 300 kPa entsprechen.

Die erste Kraftstoffpumpe 6 wird von dem Elektromotor 8 angetrieben. Die erste Kraftstoffpumpe 6, der Elektromotor 8 und das Drucksteuerventil 26 befinden sich im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2. Diese Teile sind vorzugsweise außen am Kraftstoffvorratsbehälter 2 angeordnet oder befinden sich innerhalb des Kraftstoffvorratsbehälters 2, was durch eine strichpunktierte Linie symbolhaft dargestellt ist.

Über ein mechanisches Übertragungsmittel 12m ist die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch mit einer nicht dargestellten Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Da die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch starr an die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, arbeitet die zweite Kraftstoffpumpe 12 rein proportional zur Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine. Die Drehzahl der Abtriebswelle ist, je nach augenblicklicher Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine, sehr unterschiedlich. Bei der Abtriebswelle handelt es sich beispielsweise um eine Nockenwelle der Brennkraftmaschine.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 hat einen Pumpenraum 28. In der Kraftstoffverbindung 10, auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12, befindet sich eingangsseitig von dem Pumpenraum 28 ein Steuerventil 30. Das Steuerventil 30 dient im wesentlichen zum Steuern der von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 zu fördernden Menge an Kraftstoff, weshalb das Steuerventil 30 auch als Mengensteuerventil bezeichnet werden kann. Dies wird nachfolgend noch näher erläutert. In der Druckleitung 14, auf der Hochdruckseite 12h der zweiten Kraftstoffpumpe 12, ist ein ausgangsseitiges Rückschlagventil 32 vorgesehen.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 befindet sich innerhalb eines mit strichpunktiierten Linien symbolhaft angedeuteten Gehäuses 12g. Auch das Rückschlagventil 32 kann sich innerhalb des Gehäuses 12g befinden. Das Steuerventil 30 hat ein Ventilgehäuse 30g. Das Ventilgehäuse 30g ist an das Gehäuse 12g angeflanscht oder in das Gehäuse 12g integriert. Das Steuerventil 30 kann auch direkt im Gehäuse 12g eingebaut sein.

10

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 Verteilleitungen 46. Die Kraftstoffventile 16 sind über je eine Verteilleitung 46 an dem 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.

20

Ist der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14 zu hoch, dann wird Kraftstoff aus der Druckleitung 14 über eine Rückleitung 52 in die Kraftstoffverbindung 10 geleitet. In der Rückleitung 52 gibt es ein Überdruckventil 53. Das Überdruckventil 53 sorgt dafür, daß der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14 einen bestimmten maximalen Wert nicht überschreiten kann, auch dann, wenn infolge irgendeines Defekts die zweite Kraftstoffpumpe 12 unerwünscht viel Kraftstoff in die Druckleitung 14 pumpt.

30

Die Kraftstoffversorgungsanlage umfaßt ferner einen Sensor 54 oder mehrere Sensoren 54 und einen Fahrpedalsensor 56. Die Sensoren 54, 56 sensieren die Betriebsbedingung, unter der die Brennkraftmaschine arbeitet. Die Betriebsbedingung

35

für die Brennkraftmaschine kann sich aus mehreren Einzel-Betriebsbedingungen zusammensetzen. Die Einzel-Betriebsbedingungen sind beispielsweise: Temperatur und/oder Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10, Temperatur und/oder Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14, Lufttemperatur, Kühlwassertemperatur, Öltemperatur, Motordrehzahl der Brennkraftmaschine bzw. Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine, Zusammensetzung des Abgases der Brennkraftmaschine, Einspritzzeit der Kraftstoffventile 16 usw. Der Fahrpedalsensor 56 befindet sich im Bereich des Fahrpedals und erfaßt, als weitere Einzel-Betriebsbedingung, die Stellung des Fahrpedals und damit die vom Fahrer gewünschte Geschwindigkeit.

Der Elektromotor 8, die Kraftstoffventile 16, der Drucksensor 48 und die Sensoren 54, 56 sind über elektrische Leitungen 58 mit der Steuerungseinrichtung 20 verbunden. Die elektrische Leitung 58 zwischen den Kraftstoffventilen 16 und der Steuerungseinrichtung 20 ist so ausgeführt, daß die Steuerungseinrichtung 20 jedes der Kraftstoffventile 16 separat ansteuern kann. Zwecks besserer Unterscheidung gegenüber den anderen nichtelektrischen Leitungen sind die elektrischen Leitungen 58 gestrichelt dargestellt.

Bei der ersten Kraftstoffpumpe 6 handelt es sich beispielsweise um eine robuste, einfach herstellbare Verdrängerpumpe, die im wesentlichen eine bestimmte konstante Menge Kraftstoff fördert.

Der Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 auf der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird als Speisedruck bezeichnet. Bei der vorgeschlagenen Kraftstoffversorgungsanlage bestimmt das Drucksteuerventil 26 den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10.

35

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 fördert den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10, durch das Steuerventil 30 in den Pumpenraum 28 und aus dem Pumpenraum 28 durch das ausgangsseitige Rückschlagventil 32 in die Druckleitung 14.

5

Der Druck in der Druckleitung 14 kann während des normalen Betriebszustands beispielsweise um die 100 bar betragen, was 10 MPa entspricht. Deshalb ist es wichtig, dafür zu sorgen, daß die zweite Kraftstoffpumpe 12 genau die augenblicklich benötigte Kraftstoffmenge in die Druckleitung 14 pumpt, damit möglichst kein Kraftstoff aus der Druckleitung 14 in den Niederdruckbereich der Kraftstoffversorgungsanlage zurückgeleitet werden muß, was sehr unerwünschte, unnötige Dissipation bedeuten würde.

10

Das in der Figur 1 symbolhaft dargestellte Steuerventil 30 ist in eine erste Ventilstellung 30.1, in eine zweite Ventilstellung 30.2 und in eine dritte Ventilstellung 30.3 schaltbar. Die symbolhaft dargestellten Ventilstellungen 30.1, 30.2, 30.3 sind nur der besseren Übersichtlichkeit wegen unterschiedlich groß dargestellt.

15

Das Steuerventil 30 hat einen Stellantrieb 60. Der Stellantrieb 60 umfaßt im wesentlichen einen Elektromagneten 62 und eine der Magnetkraft des Elektromagneten 62 entgegengerichtete Feder 64. Durch Bestromen bzw. Nichtbestromen des Elektromagneten 62 wird das Steuerventil 30 in die erste Ventilstellung 30.1 bzw. in die zweite Ventilstellung 30.2 geschaltet. Das Steuerventil 30 hat ein Ventilglied 66 (Fig. 2). Das Ventilglied 66 ist von der durch das Steuerventil 30 hindurchfließenden Strömung des Kraftstoffs gegen die Kraft einer Anlegefeder 68 betätigbar. Bei Strömung des Kraftstoffs aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Pumpenraum 28 der zweiten Kraftstoffpumpe 12, wenn also der Druck in der Kraftstoffverbindung 10 größer ist als der Druck im

20

25

30

35

Pumpenraum 28, wird das Ventilglied 66 (Fig. 2) von der Strömung des Kraftstoffs gegen die Kraft der Anlegefeder 68 so verstellt, daß sich das Steuerventil 30 in der in der Figur 1 symbolhaft dargestellten dritten Ventilstellung 30.3 befindet. Ist der Druck im Pumpenraum 28 größer als in der Kraftstoffverbindung 10, dann strömt der Kraftstoff vom Pumpenraum 28 zurück in die Kraftstoffverbindung 10 und das Ventilglied 66 wird so verstellt, daß sich das Steuerventil 30 in der in der Figur 1 symbolhaft dargestellten zweiten Ventilstellung 30.2 befindet. Die Anlegefeder 68 sorgt auch dafür, daß das Ventilglied 66 (Fig. 2) der durch den Stellantrieb 60 vorgenommenen Stellbewegung folgen kann und das Steuerventil 30 in die erste Ventilstellung 30.1 gelangen kann. Um bildhaft zu zeigen, daß das Steuerventil 30 zwischen den beiden Ventilstellungen 30.2 und 30.3 druckabhängig umschaltbar ist, sind in der Figur 1 symbolhaft zwei Steuerleitungen bzw. Steuerräume 10a und 28a eingezeichnet.

In der ersten Ventilstellung 30.1 ist ein Durchflußquerschnitt 74 zwischen der Kraftstoffverbindung 10 und dem Pumpenraum 28 gesperrt. In der zweiten Ventilstellung 30.2 hat das Steuerventil 30 den Durchflußquerschnitt 74 nur etwas geöffnet, und der Kraftstoff kann mit gewisser Androsselung aus dem Pumpenraum 28 zurück in die Kraftstoffverbindung 10 strömen. In der dritten Ventilstellung 30.3 hat das Steuerventil 30 den Durchflußquerschnitt 74 weit geöffnet, und der Kraftstoff kann weitgehend ungedrosselt aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Pumpenraum 28 hineinströmen.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 ist so gebaut, daß sich der Pumpenraum 28 abwechselnd vergrößert und verkleinert, während die Brennkraftmaschine über das Übertragungsmittel 12m die zweite Kraftstoffpumpe 12 antreibt. Der Pumpenraum

28 vergrößert bzw. verkleinert sich beispielsweise dadurch, daß ein im Gehäuse 12g gelagerter Pumpenkörper 72 (Fig. 2) von der Brennkraftmaschine über das mechanische Übertragungs-
mittel 12m zu axial hin- und hergehender Bewegung angetrieben wird. Während eines Saughubs der zweiten Kraftstoffpumpe 12, d. h. wenn der Pumpenkörper 72 nach unten (bezogen auf die Fig. 2) fährt, vergrößert sich der Pumpenraum 28. Während eines Druckhubs, d. h. wenn der Pumpenkörper 72 nach oben (bezogen auf die Fig. 2) gedrückt wird, dann wird der Pumpenraum 28 verkleinert.

Während eines Saughubs, während sich der Pumpenraum 28 vergrößert, ist der Elektromagnet 62 nicht bestromt und der aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Pumpenraum 28 einströmende Kraftstoff verstellte das Ventilglied 66 (Fig. 2), so daß sich das Steuerventil 30 in der dritten Ventilstellung 30.3 (Fig. 1) befindet, wodurch der Durchflußquerschnitt 74 des Steuerventils 30 weit geöffnet ist und der Kraftstoff weitgehend ungedrosselt aus der Kraftstoffverbindung 10 in den Pumpenraum 28 strömen kann. Bei durchschnittlicher Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine ist im anschließenden Druckhub, während sich der Pumpenraum 28 verkleinert, der Elektromagnet 62 zunächst unbestromt, und das Steuerventil 30 befindet sich in seiner zweiten Ventilstellung 30.2. Solange sich das Steuerventil 30 in der Ventilstellung 30.2 befindet, drückt die zweite Kraftstoffpumpe 12 den Kraftstoff aus dem Pumpenraum 28 durch das Steuerventil 30 zurück in die Kraftstoffverbindung 10. Abhängig von der augenblicklichen Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine, insbesondere abhängig davon, welchen Druck der Drucksensor 48 in der Druckleitung 14 sensiert und abhängig davon, wieviel Kraftstoff die Kraftstoffventile 16 augenblicklich in die Brennräume der Brennkraftmaschine hineinspritzen sollen, berechnet die Steuerungseinrichtung 20 den Zeitpunkt, zu dem der Durchflußquerschnitt 74 des

Steuerventils 30 geschlossen werden soll. Zum Schließen des Durchflußquerschnitts 74 wird der Elektromagnet 62 bestromt, und das Steuerventil 30 wird in seine erste Ventilstellung 30.1 geschaltet. Weil sich das Steuerventil 30 davor in seiner zweiten Ventilstellung 30.2 befunden hat, in der der Durchflußquerschnitt 74 nicht maximal geöffnet ist, ist der Weg, den das Ventilglied 66 (Fig. 2) zum Schließen des Durchflußquerschnitts 74 zurücklegen muß, nur relativ kurz, so daß bereits dadurch das Schließen des Durchflußquerschnitts 74 relativ rasch geschehen kann. Insbesondere um eine sehr genaue Regelung des Drucks in der Druckleitung 14 erreichen zu können, ist es wichtig, daß der Durchflußquerschnitt 74 sehr schnell geschlossen bzw. sehr schnell geöffnet werden kann. Dadurch ist es möglich, auch eine sehr schnell arbeitende zweite Kraftstoffpumpe 12 zu verwenden, bei der der Pumpenkörper 72 sehr schnell hin- und herbewegt wird, so daß sich der Pumpenraum 28 sehr schnell vergrößert bzw. verkleinert. Weil bei schnell arbeitendem Pumpenkörper 72 (Fig. 2) die Zeiten für den Saughub und den Druckhub sehr kurz sind, ist es wichtig, daß das Steuerventil 30 schnell und präzise den Durchflußquerschnitt 74 öffnet bzw. schließt. Durch Wahl des Zeitpunkts, zu dem während eines Druckhubs das Steuerventil 30 von der zweiten Ventilstellung 30.2 in die erste Ventilstellung 30.1 umgeschaltet wird, kann die Menge an Kraftstoff, die die zweite Kraftstoffpumpe je Druckhub aus der Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14 fördert, bestimmt werden.

Die **Figur 2** zeigt in beispielhafter Form einen Ausschnitt des ersten Ausführungsbeispiels. Die nicht in der Figur 2 dargestellten Teile entsprechen dem in den übrigen Figuren Dargestellten. Die Figur 2 zeigt im wesentlichen einen Längsschnitt durch das Steuerventil 30, das sich in der unbetätigten Schaltstellung 30.2 befindet. Die

Schaltstellung 30.2 kann auch als Ausgangsstellung bezeichnet werden.

5 In allen Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen. Sofern nichts Gegen-
teiliges erwähnt bzw. in der Zeichnung dargestellt ist, gilt
10 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.

Der Stellantrieb 60 umfaßt neben dem Elektromagneten 62 und der Feder 64 einen Stellkörper 76. Der Stellkörper 76 ist
15 zusammengesetzt aus einem Anker 76a und einem mit dem Anker 76a fest verbundenen Stößel 76b. Bei nicht bestromtem Elektromagneten 62 drückt die Feder 64 den Stellkörper 76 nach unten (bezogen auf die Fig. 2) in die Ausgangsstellung, bis der Anker 76a an einer unteren, am Ventilgehäuse 30g
20 vorgesehenen Anschlagscheibe 78u zur Anlage kommt. Bei ausreichend starker Bestromung des Elektromagneten 62 wird der Stellkörper 76 nach oben (Fig. 2) gegen die Kraft der Feder 64 in eine Endstellung betätigt, bis der Anker 76a an einer oberen, am Ventilgehäuse 30g vorgesehenen Anschlagscheibe 78o anliegt.
25

Am Ventilgehäuse 30g ist ein Ventilsitz 80 vorgesehen. Bei nicht bestromtem Elektromagneten 62 ist der zwischen dem Ventilsitz 80 und dem Ventilglied 66 verlaufende Durchfluß-
30 querschnitt 74 so weit geöffnet, wie es in der Figur 2 dargestellt ist. Die Figur 2 zeigt das Steuerventil 30 in der zweiten Ventilstellung 30.2 bzw. in der Ausgangsstellung. In der zweiten Ventilstellung 30.2 ist der Abstand zwischen dem Ventilsitz 80 und dem Ventilglied 66 relativ
35 gering, so daß zum Umschalten in die erste Ventilstellung

30.1 (Fig. 1) bzw. in die Endstellung der Stellkörper 76 nur
sehr wenig nach oben (bezogen auf die Fig. 2) bewegt werden
muß, bis das Ventilglied 66 zum Schließen des Durchflußquer-
schnitts 74 an dem Ventilsitz 80 zur Anlage kommt. Dadurch
5 kann der Durchflußquerschnitt 74 rasch geschlossen werden.
Unterstützt wird das Schließen des Durchflußquerschnitts 74
durch den während des Druckhubs im Pumpenraum 28 zunehmenden
Druck. Wie die Figur 2 zeigt, wirkt der Druck im Steuerraum
10a, in dem der im wesentlichen gleiche Speisedruck wie in
10 der Kraftstoffverbindung 10 herrscht, auf das Ventilglied 66
nach unten in Öffnungsrichtung, und der Druck im Steuerraum
28a, in dem der im wesentlichen gleiche Druck wie in dem
Pumpenraum 28 herrscht, wirkt auf das Ventilglied 66 nach
oben in Schließrichtung.

15

Während eines Saughubs bewegt sich der Pumpenkörper 72 nach
unten (bezogen auf die Fig. 2). Dadurch sinkt der Druck des
Kraftstoffs im Pumpenraum 28 unter den Speisedruck des
Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10. Dieser Druck-
20 unterschied beaufschlagt das Ventilglied 66 nach unten
(Fig. 2) gegen die Kraft der Anlegefeder 68. Die Kraft der
Anlegefeder 68 ist ziemlich klein, so daß bereits ein
kleiner Druckunterschied zwischen der Kraftstoffverbindung
10 und dem Pumpenraum 28 das Ventilglied 66 hydraulisch nach
25 unten (Fig. 2) drückt. Dabei hebt das Ventilglied 66 von dem
Stellkörper 76 des Stellantriebs 60 ab. Durch das Abheben
wird erreicht, daß das von dem Druckunterschied zwischen dem
Pumpenraum 28 und der Kraftstoffverbindung 10 hydraulisch
beaufschlagte Ventilglied 66 insgesamt nur eine kleine zu
30 bewegende Masse aufweist, was den Vorteil ergibt, daß
bereits ein kleiner Druckunterschied das Ventilglied 66
verstellt. Mit anderen Worten, bereits ein kleiner
Druckunterschied verstellt das Ventilglied 66 gegen die
Kraft der Anlegefeder 68 nach unten (Fig. 2) bzw. nach oben
35 (Fig. 2), bis das Ventilglied 66 an dem Stößel 76b des

Stellkörpers 76 oder an dem Ventilsitz 80 zur Anlage kommt.
Das Ventilglied 66 kann vom Ventilsitz 80 bzw. vom Stellkörper 76 so weit abheben, bis das Ventilglied 66 an einem am Ventilgehäuse 30g vorgesehenen Ventilgliedanschlag 82 zur Anlage kommt.

5

Bei dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Steuerventil 30 durch Bestromen des Elektromagneten 62 in die erste Ventilstellung 30.1 (Fig. 1) verstellt, in der der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen ist. Im Unterschied dazu wird bei dem nachfolgend anhand der Figuren 3 und 4 erläuterten Ausführungsbeispiel beim Bestromen des Elektromagneten 62 der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet. Im Vergleich zu dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind bei dem in den Figuren 3 und 4 gezeigten Ausführungsbeispiel die Richtungen der Magnetkraft des Elektromagneten 62 und der Federkraft der Feder 64 des Stellantriebs 60 vertauscht.

10

15

20

Die Figuren 3 und 4 zeigen ein weiteres bevorzugt ausgewähltes, besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel. Die Figur 3 zeigt das Ausführungsbeispiel bei nicht bestromtem Elektromagneten 62, so daß sich das Steuerventil 30 in der ersten Ventilstellung 30.1 befindet, in der der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen ist. Die Figur 4 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel bei vollständig bestromtem Elektromagneten 62, wodurch sich das Steuerventil 30 in der zweiten Ventilstellung 30.2 befindet.

25

30

Wenn sich der Pumpenraum 28 bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel während eines Saughubs vergrößert, dann sinkt der Druck im Pumpenraum 28, und der Kraftstoff strömt aus der Kraftstoffverbindung 10 durch den Durchflußquerschnitt 74 in den Pumpenraum 28, wobei der durchströmende Kraftstoff das Ventilglied 66 vom Ventilsitz

35

80 abhebt. Dabei kann sich der Durchflußquerschnitt 74 voll öffnen, so daß der Kraftstoff mit sehr geringem Druckverlust in den Pumpenraum 28 hineinströmen kann.

5 Während des Saughubs ist es nicht unbedingt erforderlich, daß der Elektromagnet 62 bestromt ist. Es wird jedoch vorgeschlagen, zumindest gegen Ende des Saughubs, spätestens
10 kurz vor Beginn des Druckhubs, den Elektromagneten 62 zu bestromen, so daß der Stellkörper 76 nach unten in die in der Figur 4 dargestellte Ventilstellung 30.2 verstellt wird. Damit ist sichergestellt, daß zu Beginn des Druckhubs der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet ist, so daß der nicht in der Druckleitung 14 benötigte Kraftstoff in die Kraftstoff-
15 verbindung 10 zurückströmen kann. Weil zu Beginn des Druckhubs das Ventilglied 66 am Stellkörper 76 anliegt und zwischen dem Ventilsitz 80 und dem Ventilglied 66 nur ein kleiner Abstand besteht, muß das Ventilglied 66 zum Schließen des Durchflußquerschnitts 74 nur einen kurzen Weg zurücklegen, so daß das Schließen des Durchflußquerschnitts
20 74 sehr schnell geschehen kann. Während des Druckhubs kann der Durchflußquerschnitt 74 wesentlich kleiner sein als während des Saughubs.

Aufgrund von Berechnungen bestimmt die Steuerungseinrichtung
25 20 den Zeitpunkt, zu dem während des Druckhubs die Bestromung des Elektromagneten 62 abgeschaltet wird, wodurch der Stellkörper 76 nach oben (bezogen auf die Fig. 3 und 4) bewegt wird, und das Ventilglied 66 verschließt durch Anlage am Ventilsitz 80 den Durchflußquerschnitt 74. Durch Ab-
30 schalten der Bestromung des Elektromagneten 62 des Stellantriebs 60 kann das Steuerventil 30 während eines Druckhubs von der in der Figur 4 gezeigten zweiten Ventilstellung 30.2 in die in der Figur 3 dargestellte erste Ventilstellung 30.1 sehr schnell umgeschaltet werden. Nach dem Umschalten in die
35 erste Ventilstellung 30.1 drückt der Pumpenkörper 72 den

Kraftstoff aus dem Pumpenraum 28 durch das ausgangsseitige Rückschlagventil 32 in die Druckleitung 14. Durch Variation des Zeitpunkts des Umschaltens des Steuerventils 30 kann die jeweils benötigte Menge an Kraftstoff mit hoher Dosiergenauigkeit in die Druckleitung 14 gepumpt werden.

Die Kraftstoffversorgungsanlage hat eine nachfolgend beschriebene Notfunktion: Wenn bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel der Elektromagnet 62 infolge eines Defekts ausfallen sollte, oder seine Stromversorgung ist unterbrochen, dann befindet sich das Ventilglied 66 während des gesamten Druckhubs in der in der Figur 3 dargestellten Position, in der der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen ist, so daß die gesamte aus dem Pumpenraum 28 während des Druckhubs verdrängte Kraftstoffmenge durch das auslaßseitige Rückschlagventil 32 in die Druckleitung 14 gepumpt wird. Während des Saughubs kann das Ventilglied 66 auch bei Ausfall des Elektromagneten 62, wie zuvor beschrieben, vom Ventilsitz 80 abheben. Bei Ausfall des Elektromagneten 62 des Stellantriebs 60 kann die zweite Kraftstoffpumpe 12 trotzdem pumpen, allerdings ohne die Möglichkeit einer genauen Dosierung der in die Druckleitung 14 gepumpten Kraftstoffmenge. Die von den Kraftstoffventilen 16 nicht benötigte und deshalb nicht abgenommene überschüssige Teilmenge an Kraftstoff führt dabei zu einem Druckanstieg in der Druckleitung 14, bis das Überdruckventil 53 (Fig. 1) anspricht und der nicht benötigte Kraftstoff aus der Druckleitung 14 durch die Rückleitung 52 zurück in die Kraftstoffverbindung 10 oder, bei abgewandelter Ausführung, zurück in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 geführt wird. Bei Ausfall des Elektromagneten 62 kann die Brennkraftmaschine mit einer Notfunktion weiterarbeiten. Sobald die Steuerungseinrichtung 20 feststellt, daß der Drucksensor 48 einen Druck sensiert, der höher ist als der Druck, der sich aufgrund der Ansteuerung

des Steuerventils 30 ergeben müßte, erkennt die Steuerungseinrichtung 20, daß die Notfunktion eingetreten ist. Weil während der Notfunktion eine genaue Dosierung der in die Druckleitung 14 geförderten Kraftstoffmenge nicht
5 möglich ist, wird vorgeschlagen, die Steuerungseinrichtung 20 so auszubilden, daß eine entsprechende Fehlermeldung zur Anzeige gebracht wird.

Die für das Umschalten des Steuerventils 30 benötigte Umschaltzeitspanne kann durch das nachfolgend beschriebene
10 Vorgehen beim Bestromen des Stellantriebs 60 wesentlich verkürzt werden. Damit bei dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel bei allen auftretenden Betriebsbedingungen, d. h. bei allen auftretenden Drücken in
15 der Kraftstoffverbindung 10 und im Pumpenraum 28 und bei allen Strömungsgeschwindigkeiten des Kraftstoffs durch den Durchflußquerschnitt 74, die Feder 64 das Ventilglied 66 in die in der Figur 2 gezeigte zweite Ventilstellung 30.2 betätigen und dort halten kann, muß die Feder 64 ent-
20 sprechend ausreichend kräftig dimensioniert sein. Es gibt aber Betriebsbedingungen, in denen zum Halten des Ventilglieds 66 in der zweiten Ventilstellung 30.2 nicht die volle Kraft der Feder 64 benötigt wird. Damit anschließend, wenn das Ventilglied 66 den Durchflußquerschnitt 74 verschließen
25 soll, das Umschalten von der Ausgangsstellung in die Endstellung noch schneller geschehen kann, wird vorgeschlagen, daß bereits solange das Ventilglied 66 noch in der zweiten Ventilstellung 30.2, die als Ausgangsstellung bezeichnet werden kann, verbleiben soll, der Elektromagnet 62 so weit
30 bestromt wird, daß die Kraft der Feder 64 abzüglich der Magnetkraft des Elektromagneten 62 gerade ausreicht, um das Ventilglied 66 sicher in der Ausgangsstellung zu halten. Ist dann der Zeitpunkt gekommen, zu dem der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen werden soll, so genügt zum Umschalten von der
35 Ausgangsstellung in die Endstellung eine relativ geringe

zusätzliche Bestromung des Elektromagneten 62. Diese geringfügige zusätzliche Bestromung des Elektromagneten 62 kann in wesentlich kürzerer Zeit erfolgen, als wenn der Elektromagnet 62 ausgehend vom vollkommen unbestromten Zustand bestromt werden müßte.

5

Es wird vorgeschlagen, vor dem Verstellen des Steuerventils 30 aus der Ausgangsstellung in die Endstellung den Elektromagneten mit einem Zwischenwert zu bestromen, wobei der Zwischenwert in seiner Höhe zwischen dem Wert liegt, der für die Ausgangsstellung vorgesehen ist und dem Wert, der für die Endstellung vorgesehen ist.

10

Ein wesentlicher Einfluß auf die erforderliche Kraft zum Halten des Ventilglieds 66 in der zweiten Ventilstellung 30.2 ist der Druck des Kraftstoffs in dem Pumpenraum 28 beim Zurückschieben des Kraftstoffs aus dem Pumpenraum 28 in die Kraftstoffverbindung 10. Dabei handelt es sich im Pumpenraum 28 im wesentlichen um einen Staudruck. Der Staudruck wird hauptsächlich von der Strömungsgeschwindigkeit bestimmt, mit der der Kraftstoff während des Druckhubs aus dem Pumpenraum 28 verdrängt wird. Der Staudruck ist im wesentlichen der Druckunterschied zwischen dem Druck auf der Seite des anströmenden Kraftstoffs und dem Druck auf der Seite des abströmenden Kraftstoffs des Ventilglieds 66. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Staudruck im wesentlichen der Druckunterschied zwischen dem Druck im Steuerraum 28a und dem Druck im Steuerraum 10a. Die Strömungsgeschwindigkeit hängt von der Geschwindigkeit des nach oben fahrenden Pumpenkörpers 72 ab. Die Geschwindigkeit des Pumpenkörpers 72 wird von der Pumpendrehzahl bestimmt, mit der die Kraftstoffpumpe 12 von der Nockenwelle angetrieben wird. Es wird deshalb vorgeschlagen, für die Bestromung des Elektromagneten 62 einen Zwischenwert in Abhängigkeit von dem am Ventilglied 66 angreifenden Stau-

15

20

25

30

35

druck zu wählen, um dann nur noch eine geringe zusätzliche Bestromung zum Umschalten in die Endstellung aufwenden zu müssen. Weil der Staudruck von der Geschwindigkeit des nach oben fahrenden Pumpenkörpers 72 abhängt, die ihrerseits der Pumpendrehzahl entspricht, wird vorgeschlagen, den Zwischenwert in Abhängigkeit von der Pumpendrehzahl zu bestimmen. Weil die Bewegung des Pumpenkörpers 72 mechanisch an die Bewegung der Nockenwelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, hängt die Pumpendrehzahl ihrerseits direkt von der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine ab. Die Motordrehzahl wird üblicherweise auch aus anderen Gründen gemessen. Um den Meßaufwand insgesamt möglichst gering zu halten, wird vorgeschlagen, anstatt den Staudruck direkt zu messen, stattdessen den Staudruck indirekt über die ohne nennenswerten Aufwand mögliche Erfassung der Motordrehzahl zu ermitteln.

Wenn zu Beginn des Druckhubs das Steuerventil 30 in der zweiten Ventilstellung 30.2 steht und der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet ist, dann ist bei kleiner Pumpendrehzahl der am Ventilglied 66 angreifende, in Schließrichtung wirkende Staudruck geringer als bei großer Pumpendrehzahl. Zum Halten des Ventilglieds 66 in der zweiten Ventilstellung 30.2 muß also die Kraft des Stellantriebs 60 in Öffnungsrichtung bei großer Pumpendrehzahl wesentlich größer sein als bei kleiner Pumpendrehzahl. Um bei allen Pumpendrehzahlen eine möglichst kurze Schließzeit zu erhalten, wird vorgeschlagen, einige Zeit vor dem beabsichtigten Umschalten von der zweiten Ventilstellung 30.2 (Fig. 2), d. h. von der Ausgangsstellung, in die erste Ventilstellung 30.1, d. h. in die Endstellung, den Elektromagneten 62 bereits vorab mit einem Zwischenwert zu bestromen, und zwar um so stärker, je kleiner die Pumpendrehzahl ist.

Auch bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die für das Umschalten des Steuer-
ventils 30 benötigte Umschaltzeitspanne zusätzlich
wesentlich verkürzt werden. Hier muß der Elektromagnet 62
5 des Stellantriebs 60 so ausreichend kräftig dimensioniert
sein, daß bei Bedarf unter allen Betriebsbedingungen der
Elektromagnet 62 das Ventilglied 66 in der in der Figur 4
wiedergegebenen zweiten Ventilstellung 30.2 halten kann, in
der der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet ist. Die erforder-
10 liche Magnetkraft des Elektromagneten 62 zum Halten des
Ventilglieds 66 ist jedoch beim überwiegenden Teil der
Betriebsbedingungen geringer. Zum Betrachten eines Umschalt-
vorgangs kann die Ventilstellung 30.2 als Ausgangsstellung
und die Ventilstellung 30.1 als Endstellung bezeichnet
15 werden. Es wird vorgeschlagen, daß bei den Betriebs-
bedingungen, bei denen eine geringere Magnetkraft des
Elektromagneten 62 ausreicht, um das Ventilglied 66 in der
Ausgangsstellung zu halten, der Elektromagnet 62 ent-
sprechend geringer bestromt wird. Soll dann anschließend der
20 Durchflußquerschnitt 74 vollständig geschlossen werden und
wird dazu die Bestromung des Elektromagneten ausgeschaltet,
so fällt die Magnetkraft des Elektromagneten 62 wesentlich
schneller auf Null ab, und die Feder 64 kann den Stellkörper
76 wesentlich schneller nach oben (Fig. 4) in die End-
25 stellung (Fig. 3) betätigen, als wenn in der Aus-
gangsstellung (Fig. 4) der Elektromagnet 62 maximal bestromt
wäre.

Um bei allen Pumpendrehzahlen eine möglichst kurze Schließ-
30 zeit zu erhalten, wird vorgeschlagen, einige Zeit vor dem
beabsichtigten Umschalten von der zweiten Ventilstellung
30.2 (Fig. 4), der Ausgangsstellung, in die erste Ventil-
stellung 30.1 (Fig. 3), bzw. in die Endstellung, den
Elektromagneten 62 bereits vorab etwas weniger stark zu

bestromen und zwar um so weniger, je kleiner die Pumpendrehzahl ist.

Weil die Spannung der elektrischen Energieversorgungseinheit
5 18 (Fig. 1) üblicherweise begrenzt ist, dauert es vom Beginn
des Einschaltens des Elektromagneten 62 eine gewisse Zeit,
bis der Elektromagnet 62 mit seiner vollen maximalen Magnet-
kraft auf den Stellkörper 76 wirken kann. Bei dem in den
Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel wird beim
10 Abschalten der Magnetkraft des Elektromagneten 62 der Durch-
flußquerschnitt 74 geschlossen, wobei insbesondere das
Schließen des Durchflußquerschnitts 74 besonders schnell,
innerhalb kürzester Zeit, geschehen soll. Weil es möglich
ist, die Steuerungseinrichtung 20 so auszubilden, daß das
15 Abschalten der Magnetkraft schneller geschieht als das
Einschalten der Magnetkraft, ergibt sich bei dem in den
Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel vorteil-
hafterweise eine besonders kurze Schließzeit beim Schließen
des Durchflußquerschnitts 74, weil hier zum Schließen des
20 Durchflußquerschnitts 74 die Magnetkraft des Elektromagneten
62 ausgeschaltet werden muß. Deshalb kann bei dem zweiten
Ausführungsbeispiel die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12
geförderte Kraftstoffmenge noch etwas präziser gesteuert
werden.

25 Die **Figur 5** zeigt in symbolhafter Form ein weiteres Aus-
führungsbeispiel. Hier wird anstatt dem Steuerventil 30
(Fig. 1) ein Steuerventil 30' verwendet. Bis auf die nach-
folgend genannten Unterschiede ist das Steuerventil 30' im
wesentlichen gleich gebaut wie das Steuerventil 30. Das
30 Steuerventil 30' hat eine erste Ventilstellung 30.1' und
eine zweite Ventilstellung 30.2'. In der ersten Ventil-
stellung 30.1' kann kein Kraftstoff aus dem Pumpenraum 28 in
die Kraftstoffverbindung 10 zurückströmen. In der zweiten
35 Ventilstellung 30.2' ist der Durchflußquerschnitt 74 ge-

öffnet, so daß der Pumpenraum 28 mit der Kraftstoff-
verbindung 10 verbunden ist.

5 Hydraulisch parallel zum Steuerventil 30' ist ein Rück-
schlagventil 86 vorgesehen. Durch das Rückschlagventil 86
kann während eines Saughubs Kraftstoff zusätzlich unter
Umgehung des Steuerventils 30' aus der Kraftstoffverbindung
10 in den Pumpenraum 28 der zweiten Kraftstoffpumpe 12
hineinströmen.

10 Die **Figur 6** zeigt einen Ausschnitt aus dem in der Figur 5
gezeigten Ausführungsbeispiel. Dargestellt ist ein Längs-
schnitt durch das Steuerventil 30', das sich in der ersten
Ventilstellung 30.1' befindet.

15 Während eines Saughubs bewegt sich der Pumpenkörper 72 nach
unten (bezogen auf die Darstellung in der Figur 6). Dabei
strömt Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch das
Rückschlagventil 86 in den Pumpenraum 28. Das Rückschlag-
20 ventil 86 ist so ausreichend groß dimensioniert, und falls
eine Vorspannfeder vorhanden ist, ist diese so schwach, daß
der Kraftstoff auch bei schneller Saugbewegung des Pumpen-
körpers 72 weitgehend ungedrosselt aus der Kraftstoff-
verbindung 10 in den Pumpenraum 28 hineinströmen kann. Damit
25 ist sichergestellt, daß der Pumpenraum 28 während eines
Saughubs ohne Gasblasen vollständig mit Kraftstoff gefüllt
wird.

30 Weil der Kraftstoff während des Saughubs an dem Steuerventil
30' hydraulisch parallel vorbeiströmen kann, muß bei der
Dimensionierung des Durchflußquerschnitts 74 des
Steuerventils 30' keine Rücksicht auf den Saughub genommen
werden, so daß der Durchflußquerschnitt 74 relativ klein
dimensioniert sein kann, was eine schnelle Betätigbarkeit
35 des Steuerventils 30' wesentlich erleichtert.

Die relativ schwach ausgeführte Feder 64 des Stellantriebs 60 sorgt dafür, daß das Ventilglied 66 bereits während des Saughubs gegen den Ventilsitz 80 betätigt ist. Damit ist
5 sichergestellt, daß das Steuerventil 30' bereits zu Beginn des Druckhubs, während dem der Pumpenkörper 72 nach oben fährt, geschlossen ist, so daß der Elektromagnet 62 weniger stark arbeiten muß, verglichen mit einer Ausführung, bei der der Elektromagnet den Durchflußquerschnitt des Steuerventils
10 erst während eines Druckhubs schließen muß.

Zu Beginn eines Druckhubs ist der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen. Während des Druckhubs wird der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet. Der Zeitpunkt, zu dem der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet wird, hängt von der Kraftstoffmenge
15 ab, die die zweite Kraftstoffpumpe 12 durch das ausgangseitige Rückschlagventil 32 in die Druckleitung 14 fördern soll.

Die Summe aus der Magnetkraft des Elektromagneten 62 und der Federkraft der Feder 64 ergeben eine Schließkraft. Die Schließkraft muß während des Druckhubs gerade so groß sein, daß der Druck des Kraftstoffs im Pumpenraum 28 das Ventilglied 66 nicht vom Ventilsitz 80 abheben kann. Damit während
20 des Druckhubs das Öffnen des Durchflußquerschnitts 74 sehr schnell und exakt zum von der Steuerungseinrichtung 20 berechneten Zeitpunkt geschehen kann, wird vorgeschlagen, die Schließkraft in Abhängigkeit vom Druck im Pumpenraum 28 gerade so stark einzustellen, daß das Ventilglied 66 nicht
25 ungewollt vom Ventilsitz 80 abhebt. Es wird deshalb vorgeschlagen, den Elektromagneten 62 mit einem Zwischenwert gerade so stark zu erregen bzw. zu bestromen, daß das Ventilglied 66 nicht vom Ventilsitz 80 abhebt, wobei der
30 Zwischenwert je nach Höhe des Drucks im Pumpenraum 28 kleiner ist als der Wert der Bestromung, der notwendig ist,
35

um das Ventilglied 66 bei maximalem Druck im Pumpenraum 28 am Ventilsitz 80 zu halten, der aber auch größer ist als der Wert der Bestromung des Elektromagneten 62, der für geöffneten Durchflußquerschnitt 74 erforderlich ist, wobei bei dem in der Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel der Wert der Bestromung des Elektromagneten 62 für geöffneten Durchflußquerschnitt 74 null ist. Wenn man die in der Figur 6 dargestellte erste Ventilstellung 30.1' als Ausgangsstellung betrachtet, dann wird während des Druckhubs, solange der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen bleiben soll, der Elektromagnet 62 mit einem Zwischenwert bestromt, der zwischen der maximalen Bestromung des Elektromagneten 62 und der für die Endstellung erforderlichen minimalen Bestromung liegt.

Weil während des Druckhubs der Druck des Kraftstoffs im Druckraum 28 im wesentlichen ungefähr gleich hoch ist wie der Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14, kann zur Bestimmung des Zwischenwerts der Bestromung auch das vom Drucksensor 48 abgegebene Signal verwendet werden, so daß kein zusätzlicher Drucksensor erforderlich ist.

Die Figur 7 zeigt ein weiteres vorteilhaftes, bevorzugt ausgewähltes Ausführungsbeispiel.

Im Unterschied zur Figur 6 wirkt bei dem in der Figur 7 gezeigten Ausführungsbeispiel die Feder 64 in Öffnungsrichtung.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 hat den Vorteil, daß während des Saughubs ein Teil des Kraftstoffs durch den Durchflußquerschnitt 74 des Steuerventils 30' strömen kann, so daß das Rückschlagventil 86 weniger groß dimensioniert sein muß.

Die Figur 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel.

Bei diesem Ausführungsbeispiel beaufschlagt die Feder 64 das Ventilglied 66 in Schließrichtung. Der Elektromagnet 62 kann
5 das Ventilglied 66 in Öffnungsrichtung betätigen. Ist der Elektromagnet 62 nicht bestromt, dann ist der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen. Die Federkraft der Feder 64 muß so ausreichend dimensioniert sein, daß bei nicht bestromtem Elektromagneten 62 der Durchflußquerschnitt 74 unter allen
10 Betriebsbedingungen geschlossen ist. Bei einem Großteil der auftretenden Betriebsbedingungen würde eine schwächere Kraft zum Schließen des Steuerventils 30' genügen. Es wird deshalb vorgeschlagen, solange der Durchflußquerschnitt 74 noch geschlossen sein soll, zumindest aber kurz bevor der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet werden soll, den Elektromagneten
15 62 bereits so stark zu bestromen, daß die resultierende Schließkraft aus der Federkraft der Feder 64 abzüglich der Magnetkraft des Elektromagneten 62 bei augenblicklich im Pumpenraum 28 herrschenden Druck gerade noch ausreicht, um
20 das Ventilglied 66 am Ventilsitz 80 zu halten.

Man kann die in den Figuren 3, 6 und 8 dargestellte erste Ventilstellung 30.1, 30.1', in der der Durchflußquerschnitt 74 des Steuerventils 30, 30' geschlossen ist, als Ausgangsstellung und die in den Figuren 2, 4 und 7 dargestellte
25 zweite Ventilstellung 30.2, 30.2', in der der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet ist, als Endstellung bezeichnen. Damit das Umschalten des Steuerventils 30, 30' von der Ausgangsstellung (Fig. 3, 6, 8) in die Endstellung möglichst
30 schnell vonstatten geht, sollte der Elektromagnet 62 gerade so stark bestromt werden, daß das Ventilglied 66 bis zum berechneten Umschaltzeitpunkt gerade noch in der Ausgangsstellung bleibt. Dann kann durch eine geringfügige Änderung der Bestromung des Elektromagneten 62 das Ventilglied 66 in
35 die Endstellung verstellt werden, was wegen der gering-

fügigen Änderung der Bestromung und der geringfügigen Änderung der Magnetkraft sehr schnell geschehen kann.

5 Man kann aber auch die in den Figuren 2, 4 und 7 dargestellte zweite Ventilstellung 30.2, 30.2', bei der der Durchflußquerschnitt 74 geöffnet ist, als Ausgangsstellung und die in den Figuren 3, 6 und 8 gezeigte erste Ventilstellung 30.1, 30.1', bei der der Durchflußquerschnitt 74 geschlossen ist, als Endstellung bezeichnen. Damit auch hier
10 das Umschalten des Ventilglieds 66 von der zweiten Ventilstellung 30.2, 30.2' in die erste Ventilstellung 30.1, 30.1' in kürzestmöglicher Zeit geschieht, wird vorgeschlagen, den Elektromagneten 62 in der Ausgangsstellung gerade so stark zu bestromen, daß das Ventilglied 66 in dieser Ausgangs-
15 stellung gerade noch bleibt, und zum vorgesehenen Zeitpunkt kann dann durch geringe Änderung der Bestromung des Elektromagneten 62 das Ventilglied 66 in die Endstellung umgeschaltet werden.

20 Man kann die Steuerungseinrichtung 20 auch so ausbilden, daß sie während des Betriebs der Brennkraftmaschine lernen kann und dadurch die Steuerung der Brennkraftmaschine immer besser wird. Wenn die Steuerungseinrichtung 20 beispielsweise bei Bestromung des Elektromagneten 62 mit dem
25 Zwischenwert feststellt, daß das Ventilglied 66 nicht bis zum vorgesehenen Umschaltzeitpunkt in der Ausgangsstellung bleibt, dann kann die Steuerungseinrichtung 20 beim nächsten Hub des Pumpenkörpers 72 den Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten 62 so abändern, daß sichergestellt ist, daß
30 das Ventilglied 66 gerade noch in der Ausgangsstellung verbleibt. Durch Herantasten an den optimalen Wert für den Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten 62 kann die Steuerungseinrichtung 20 sich selbst so weit optimieren, daß
35 die kürzestmögliche Umschaltzeit zum Schließen bzw. zum Öffnen des Steuerventils 30, 30' erreicht wird.

5

10 Ansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, einer ersten Kraftstoffpumpe (6), einer zweiten Kraftstoffpumpe (12) und mit einer Druckleitung (14), an der mindestens ein Kraftstoffventil (16) angeschlossen ist, über das der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, wobei die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter (2) in eine Kraftstoffverbindung (10) fördert, und die zweite Kraftstoffpumpe (12) einen Pumpenraum (28) hat und im wesentlichen den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung (10) durch ein Steuerventil (30, 30') mit einem veränderbaren Durchflußquerschnitt (74) in den Pumpenraum (28) und aus dem Pumpenraum (28) in die Druckleitung (14) fördert, wobei das Steuerventil (30, 30') ein den Durchflußquerschnitt (74) beeinflussendes Ventilglied (66) und einen Elektromagneten (62) umfassenden, das Ventilglied (66) verstellenden Stellantrieb (60) umfaßt, wobei das Steuerventil (30, 30') durch eine Bestromung des Elektromagneten (62) mit einem ersten Wert in eine Ausgangsstellung und durch eine Bestromung des Elektromagneten (62) mit einem zweiten Wert in eine Endstellung verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß vor einer Verstellung des Steuerventils (30, 30') von der Ausgangsstellung in die Endstellung der Elektromagnet (62) mit

einem Zwischenwert bestromt wird, der zwischen dem ersten Wert und dem zweiten Wert liegt.

5 2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Bestromung der Ausgangsstellung null ist.

10 3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb (60) zum Verstellen des Stellkörpers (66) den Elektromagneten (62) und eine einer Magnetkraft des Elektromagneten (62) entgegenwirkende Feder (64) umfaßt, wobei die Feder (64) das Ventilglied (66) in die Ausgangsstellung stellt.

15 4. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert der Bestromung der Endstellung null ist.

20 5. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellantrieb (60) zum Verstellen des Stellkörpers (66) den Elektromagneten (62) und eine einer Magnetkraft des Elektromagneten (62) entgegenwirkende Feder (64) umfaßt, wobei die Feder (64) das Ventilglied (66) in die Endstellung stellt.

25 6. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten (62) von einer Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine abhängt.

30 7. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten (62) von einem an dem Ventilglied (66) angreifenden Staudruck abhängt.

8. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Staudruck durch eine Erfassung einer Motordrehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt wird.

5 9. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten (62) von einem in dem Pumpenraum (28) herrschenden Druck abhängt.

10 10. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert der Bestromung des Elektromagneten (62) von einem in der Druckleitung (14) herrschenden Druck abhängt.

15 11. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenwert von einer bis zum Umschalten des Steuerventils (30) von der Ausgangsstellung in die Endstellung verbleibenden Restzeit abhängt

20 12. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß hydraulisch parallel zum Steuerventil (30, 30') ein Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung (10) in den Pumpenraum (28) führendes Rückschlagventil (86) vorgesehen ist.

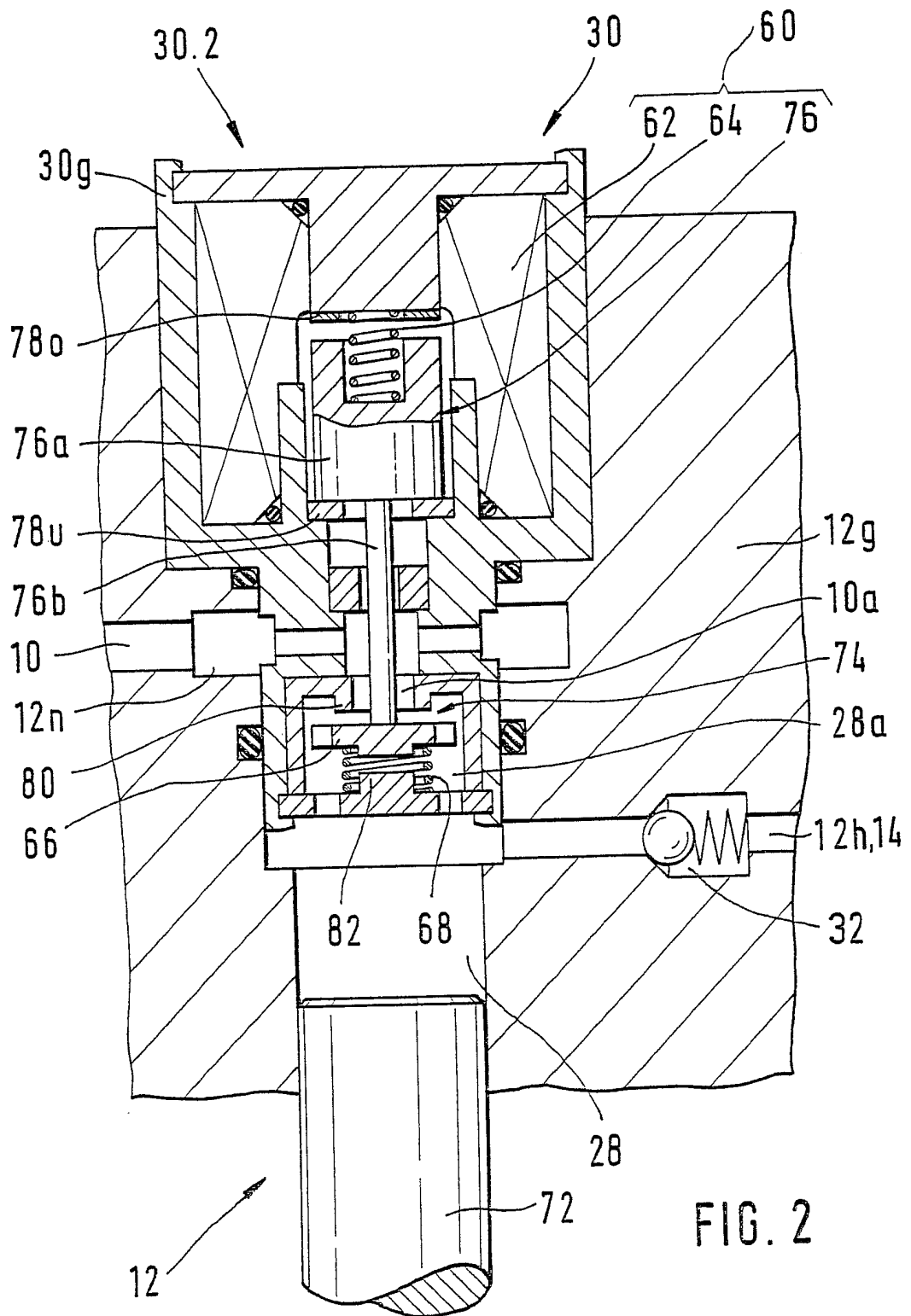
25

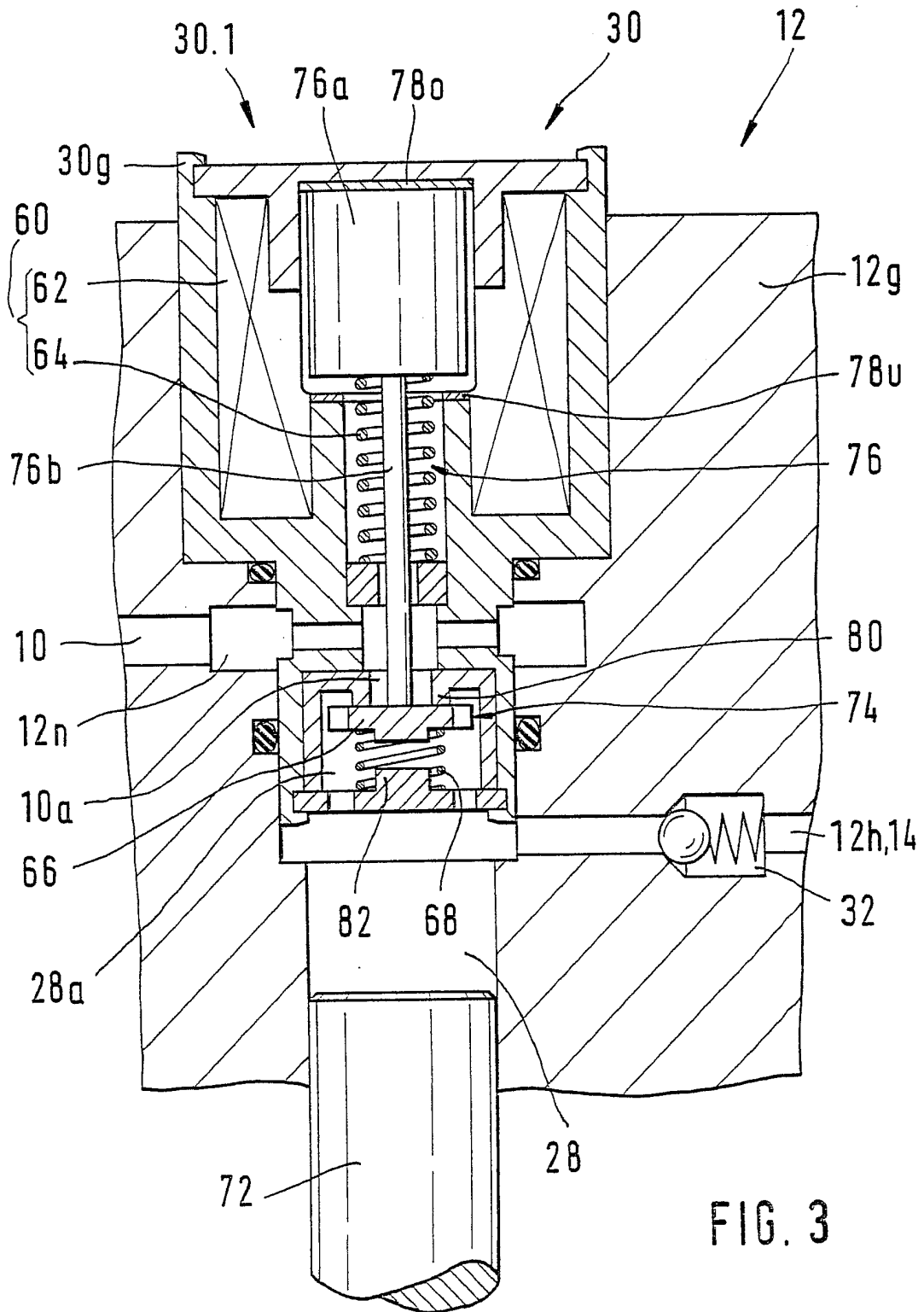
13. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Kraftstoffpumpe (12) einen antreibbaren Pumpenkörper (72) hat, wobei durch das Antreiben des Pumpenkörpers (72) der Pumpenkörper (72) den Pumpenraum (28) abwechselnd vergrößert und verkleinert.

30

14. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (30, 30') ein Sitzventil ist.

35





4 / 8

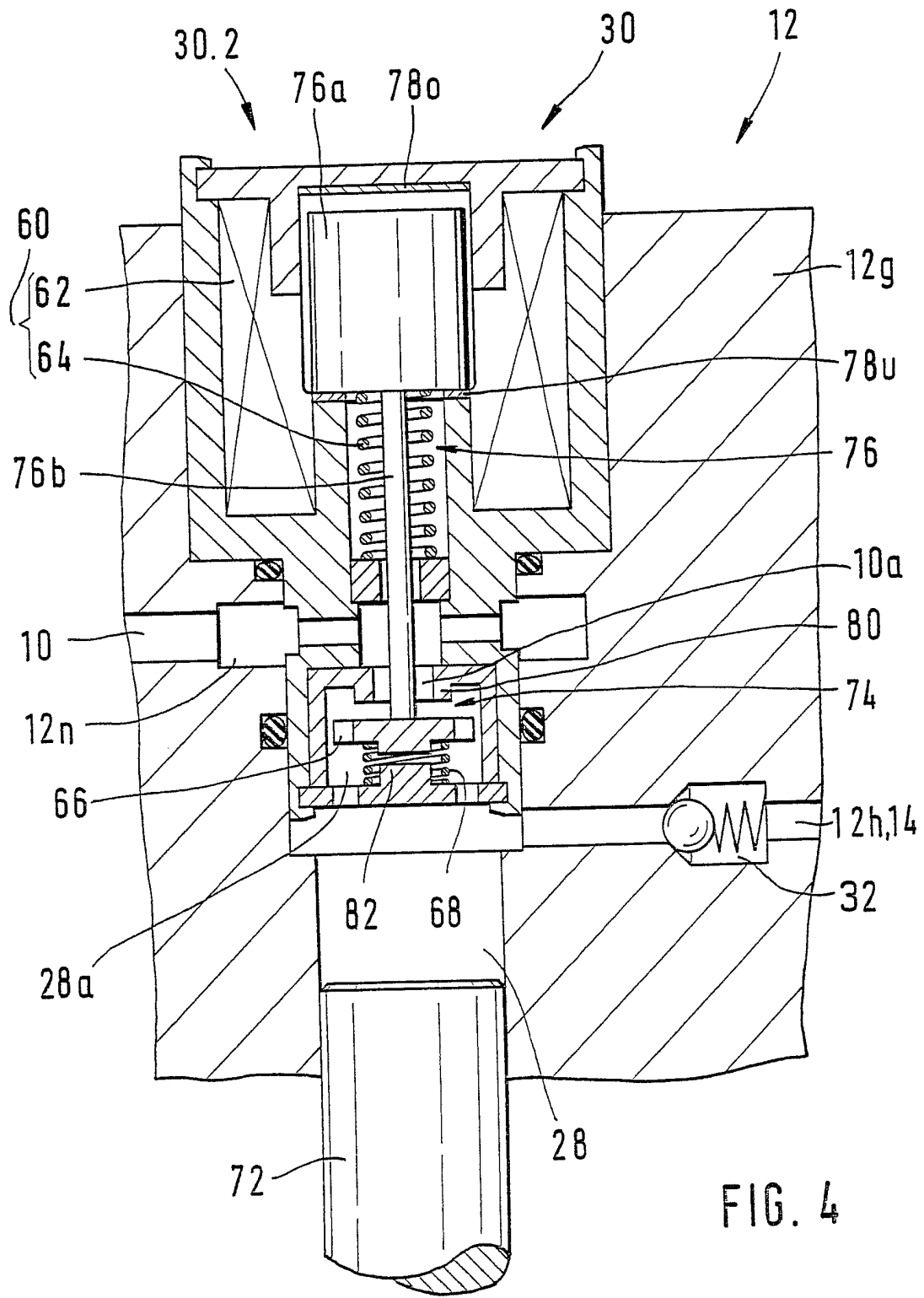
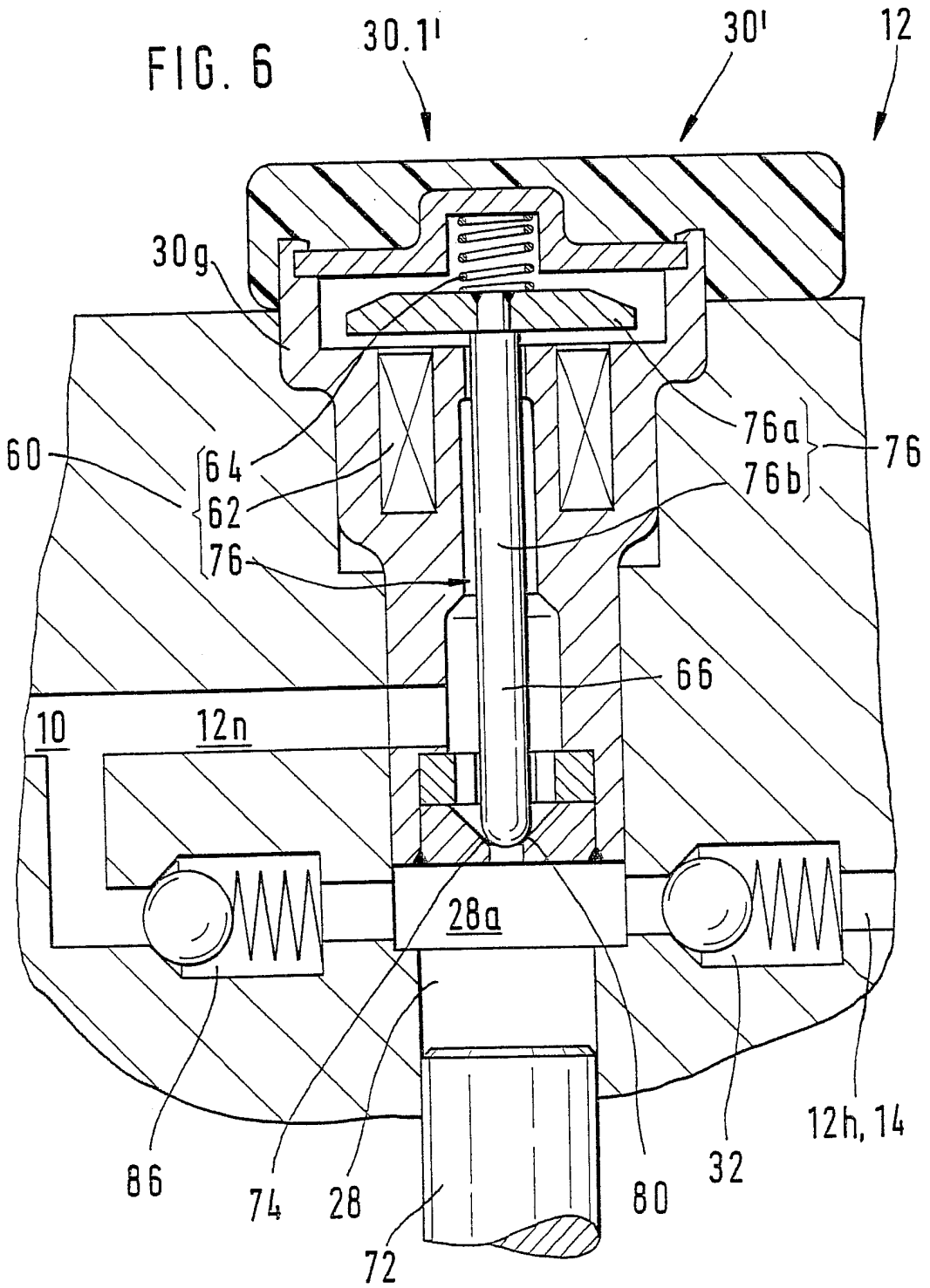
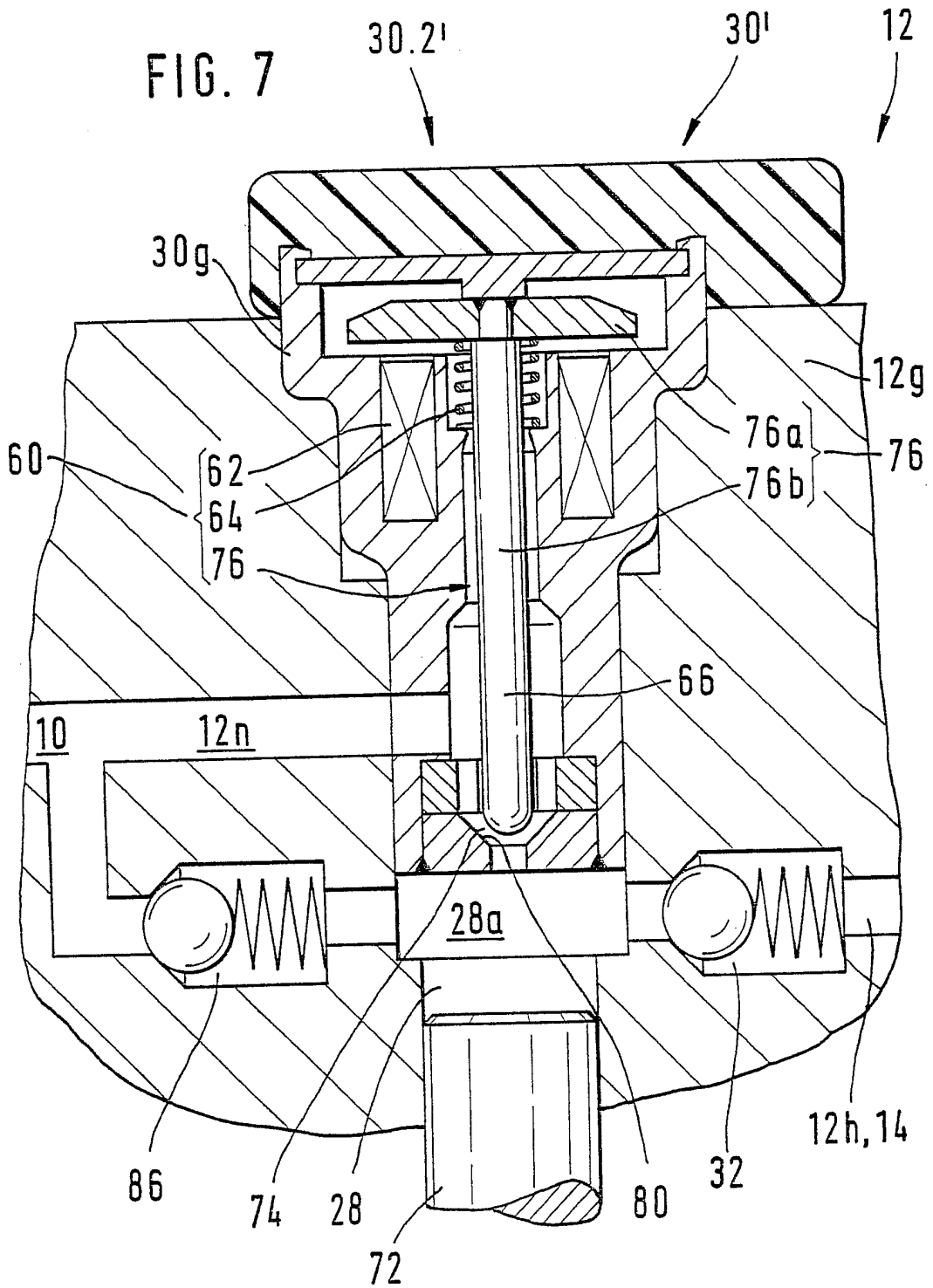


FIG. 4

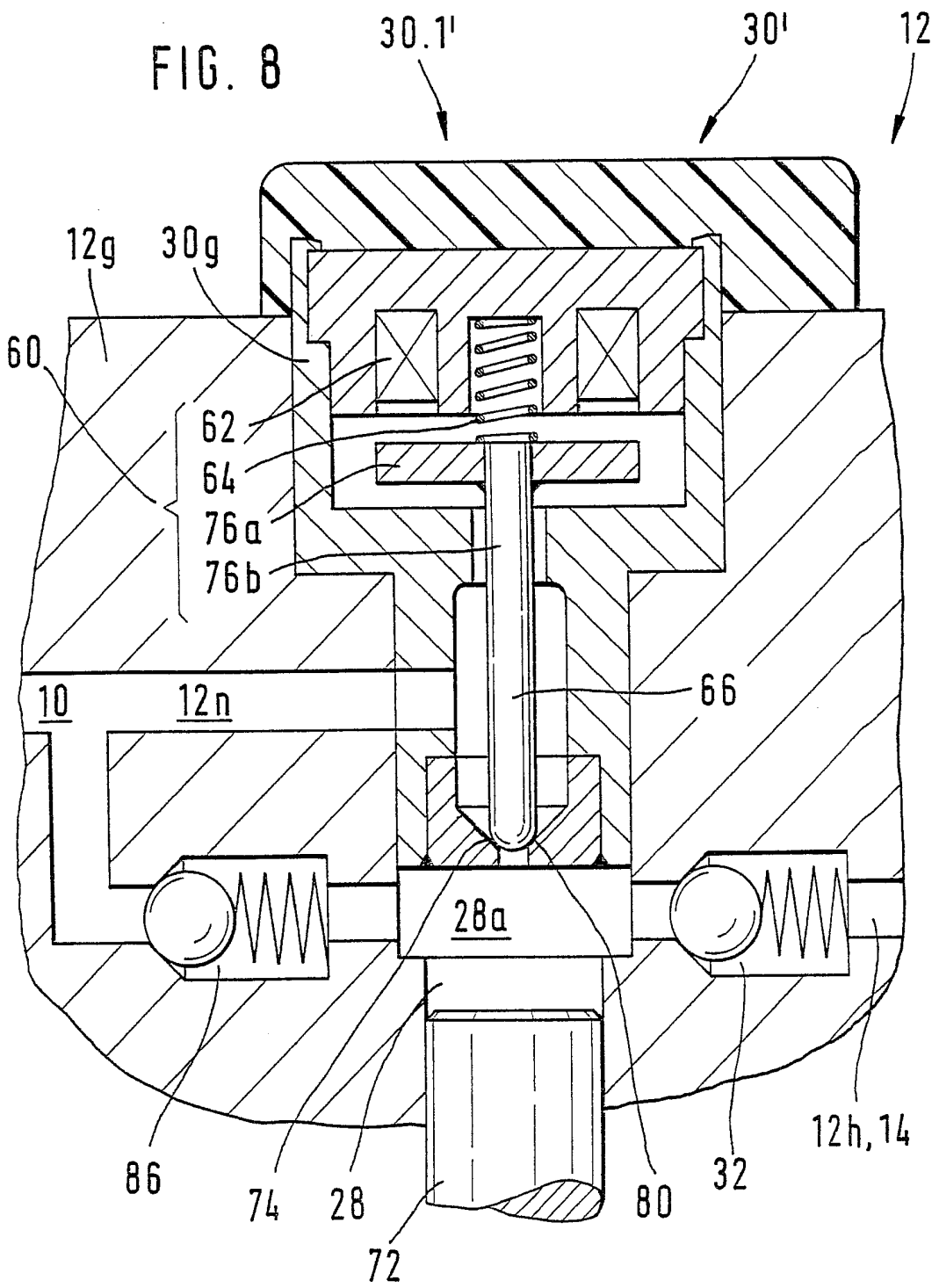
FIG. 6





8 / 8

FIG. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/DE 99/01328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/36 F02M59/46 F02M63/02 F02M59/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 37 00 356 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21 July 1988 (1988-07-21) column 4, line 17 - line 68; figures ---	1,4-6,9, 13,14
Y	GB 2 064 670 A (LUCAS INDUSTRIES LTD) 17 June 1981 (1981-06-17) abstract; figure 12 ---	1,4-6,9, 13,14
A	US 5 533 481 A (KRONBERGER MAXIMILIAN) 9 July 1996 (1996-07-09) column 4, line 24 -column 5, line 28; figure 1 ---	1,12
A	US 5 133 645 A (CROWLEY PATRICK J ET AL) 28 July 1992 (1992-07-28) -----	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 October 1999

Date of mailing of the international search report

04/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCI/DE 99/01328

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3700356 A	21-07-1988	NONE	

GB 2064670 A	17-06-1981	AR 221645 A	27-02-1981
		BR 8003023 A	09-06-1981
		CA 1135580 A	16-11-1982
		DD 151343 A	14-10-1981
		DE 3016543 A	11-06-1981
		ES 491300 A	16-02-1981
		FR 2470873 A	12-06-1981
		IT 1131148 B	18-06-1986
		JP 56083566 A	08-07-1981
		US 4345565 A	24-08-1982
		ZA 8002506 A	27-05-1981

US 5533481 A	09-07-1996	DE 4421714 A	04-01-1996
		DE 59503133 D	17-09-1998
		EP 0688950 A	27-12-1995
		JP 8021337 A	23-01-1996

US 5133645 A	28-07-1992	DE 4115103 A	02-04-1992
		GB 2246175 A,B	22-01-1992
		US 5230613 A	27-07-1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01328

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M59/36 F02M59/46 F02M63/02 F02M59/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 37 00 356 A (BOSCH GMBH ROBERT) 21. Juli 1988 (1988-07-21) Spalte 4, Zeile 17 - Zeile 68; Abbildungen ---	1,4-6,9, 13,14
Y	GB 2 064 670 A (LUCAS INDUSTRIES LTD) 17. Juni 1981 (1981-06-17) Zusammenfassung; Abbildung 12 ---	1,4-6,9, 13,14
A	US 5 533 481 A (KRONBERGER MAXIMILIAN) 9. Juli 1996 (1996-07-09) Spalte 4, Zeile 24 - Spalte 5, Zeile 28; Abbildung 1 ---	1,12
A	US 5 133 645 A (CROWLEY PATRICK J ET AL) 28. Juli 1992 (1992-07-28) -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Oktober 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sideris, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01328

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3700356 A	21-07-1988	KEINE	
GB 2064670 A	17-06-1981	AR 221645 A	27-02-1981
		BR 8003023 A	09-06-1981
		CA 1135580 A	16-11-1982
		DD 151343 A	14-10-1981
		DE 3016543 A	11-06-1981
		ES 491300 A	16-02-1981
		FR 2470873 A	12-06-1981
		IT 1131148 B	18-06-1986
		JP 56083566 A	08-07-1981
		US 4345565 A	24-08-1982
		ZA 8002506 A	27-05-1981
US 5533481 A	09-07-1996	DE 4421714 A	04-01-1996
		DE 59503133 D	17-09-1998
		EP 0688950 A	27-12-1995
		JP 8021337 A	23-01-1996
US 5133645 A	28-07-1992	DE 4115103 A	02-04-1992
		GB 2246175 A,B	22-01-1992
		US 5230613 A	27-07-1993